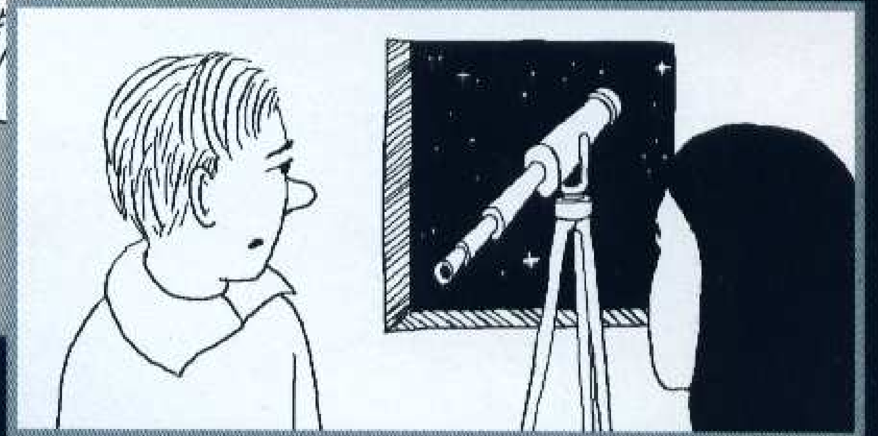
कथा खगोलशास्त्राची

मूळ लेखन व चित्रे : उदय पाटील
मराठी अनुवाद : सुनीता खरे









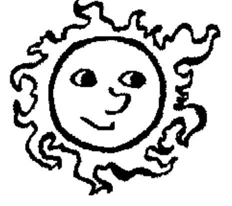
ज्योत्स्ना प्रकाशन

कथा खगोलशास्त्राची

मूळ लेखन व चित्रे : उदय पाटील

मराठी अनुवाद : सुनीता खरे

ज्योत्स्ना प्रकाशन



मूळ पुस्तक : Story of Astronomy
Written and illustrated by : Uday Patil

Author's contact : www.udayart.com

प्रकाशक : मिलिंद ल. परांजपे
ज्योत्स्ना प्रकाशन, 'धवलगिरी'
४३०-३१ शनिवार पेठ
पुणे ४११०३०

मुंबई ऑफिस : मोहन बिल्डिंग
१६२ ज. शंकरशेट मार्ग,
गिरगाव, मुंबई ४००००४

प्रथमावृत्ती : २०११

मुद्रक :
युनिक ऑफसेट
नऱ्हेगाव, पुणे ४११०४१

ISBN 978-81-7925-269-7

मूल्य पंचाहत्तर रुपये

To Mihir

... the biggest fan of my artwork

प्रस्तावना

खगोलशास्त्र कशासाठी शिकायचे? या प्रचंड विश्वात अब्जावधी दीर्घिका आणि सूर्यमाला आहेत. संपूर्ण विश्व विचारात घेता, आपली सूर्यमाला आणि आपला सूर्य नगण्यच म्हणावा लागेल. पृथ्वीवरची अनुकूल परिस्थिती जीवन निर्माण करण्यास कारणीभूत ठरली.

सतत शोध घेण्याच्या वृत्तीमुळेच आपले पूर्वज, आपली उपपत्ती आणि या विश्वाच्या प्रचंड पसाऱ्यातले आपले खरे स्थान समजू शकले. आपल्या पूर्वजांपेक्षा या विश्वाबद्दल आपल्याला आज नक्कीच जास्त माहिती आहे. पण तरीही अजून न उलगडलेल्या गोष्टी बऱ्याच आहेत. बरेच प्रश्न अजूनही अनुत्तरितच आहेत.

या छोट्याशा चित्रकथेसारख्या पुस्तकात खगोलशास्त्राच्या इतक्या समृद्ध आणि गुंतागुंतीच्या कथेला न्याय देणे कठीणच होते. म्हणूनच ऐतिहासिक दृष्ट्या महत्त्वाचे असे काही प्रसंग व घटना मी निवडल्या. मतभिन्नता असणाऱ्या संकल्पना व संदर्भ मी टाळले आहेत. सहज उपलब्ध झालेल्या माहितीचा वापर करून सोप्या शैलीत ही कथा सांगण्याचा मी प्रयत्न केला आहे. काही ठिकाणी माझे लिखाण एकांगी वाटू शकते. परंतु माझा उद्देश तसा नाही.

मला मिळालेल्या सहकार्य व मदतीशिवाय हे पुस्तक पूर्ण होऊ शकले नसते. सर रतन टाटा ट्रस्टच्या आर्थिक साहाय्यासाठी व श्री. अरविंद गुप्तांच्या मार्गदर्शनासाठी मी त्यांचे आभार मानू इच्छितो. पुस्तकाच्या कल्पनेपासून ते छपाईपर्यंत श्री. अरविंद गुप्तांचे मार्गदर्शन मला लाभले.
तसेच प्रोफेसर जयंत नारळीकर आणि डॉ. प्रदीप गोठोस्कर यांनी पुस्तकाचे हस्तलिखित काळजीपूर्वक वाचून केलेल्या सूचनांसाठी त्यांचे आभार. पुस्तक पूर्ण करण्याच्या प्रत्येक टप्प्यावर माझ्या उत्साहात सहभागी होणाऱ्या व मला साथ देणाऱ्या पल्लवीचा - माझ्या पत्नीचा उल्लेख मला इथे आवर्जून करावासा वाटतो.

उदय पाटील

अनुवादिकेचे मनोगत

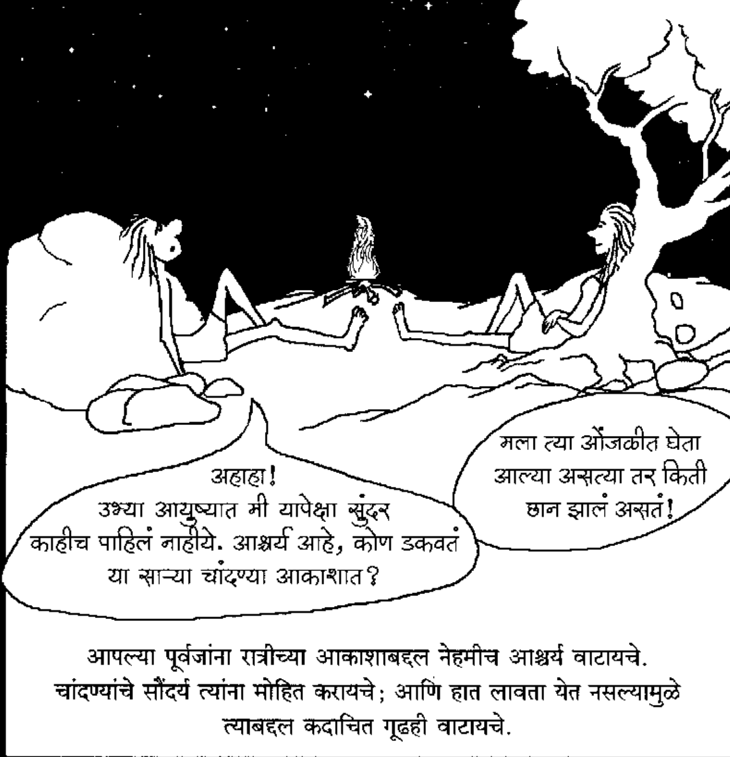
श्री. उदय पाटील यांच्या इंग्रजी पुस्तकाचा अनुवाद मराठीत करण्याचे काम तसे अचानकच माझ्याकडे आले. मला खगोलशास्त्र आवडते आणि मी त्यावरील विविध लेख वाचले आहेत, पुस्तकेही वाचली आहेत, एवढीच खरेतर माझी या विषयातली तयारी. आमच्या 'शास्त्रवाहिनी' या संस्थेत काम करताना मुलांना बऱ्याच गोष्टी मराठीत जास्त चांगल्या समजतात, अगदी ती इंग्रजी शाळेत असली तरी, हे माझ्या लक्षात आले होते. श्री. पाटील यांचे इंग्रजी पुस्तक वाचल्यावर ते मला इतके आवडले की याचे मराठीत भाषांतर झाल्यास खूप जास्त मुलांपर्यंत ते पोहोचेल असे मला वाटू लागले.

योगायोगाने हे पुस्तक श्री. अरविंद गुप्तांकडून श्री. मिलिंद परांजपे यांच्याकडे आले. विज्ञानविषयक पुस्तक म्हटल्यावर परांजपे यांनी श्री. माधव खरे यांना भाषांतरासाठी विचारले आणि त्यांनी माझी आवड लक्षात घेऊन ते माझ्याकडे सोपवले.

हे आव्हानात्मक काम करताना मला अतिशय समाधान झाले. कारण हलक्या-फुलक्या आणि खेळकर शैलीत मांडलेल्या खगोलशास्त्रासारख्या प्रचंड आवाका असलेला विषयाचे भाषांतर करताना माझा खूप अभ्यास झालाच पण मराठी भाषेची शक्तीही नव्याने जाणवली. अनेक इंग्रजी शब्दांना प्रतिशब्द शोधणे, शास्त्रज्ञांच्या नावाचे अचूक उच्चार शोधणे आणि मराठी वाक्यरचना हे मुद्दे मुख्यतः विचारात घ्यावे लागले. त्यातही अवघड काम होते ते मर्यादित जागेत अर्थपूर्ण वाक्य बसवण्याचे. कारण पुस्तकाचे स्वरूप संभाषणात्मक असल्याने तेथे उपलब्ध असलेल्या जागेत वाक्य बसवणे कौशल्याचे काम होते.

या कामामध्ये माझे पती श्री. माधव खरे यांची मला खूप मदत झाली. तसेच श्री. मिलिंद परांजपे यांनीही सतत आणि बारकाईने वाचन करून अनेक शंका उपस्थित केल्याने पुस्तकाचे लेखन जास्तीत जास्त अचूक होण्यासाठी मदत झाली. डॉ. जयंत नारळीकरांच्या 'आकाशाशी जडले नाते' या पुस्तकांची तसेच इतरही अनेक लेखांच्या कात्रणांची मदत हे पुस्तक अनुवादित करताना झाली. मूळ लेखन अतिशय दर्जेदार असल्याने त्याच्या तोडीचा अनुवाद व्हावा यासाठी शक्य तेवढे प्रयत्न मी केले. काही चुका अद्यापही त्यात असू शकतील. तशा सापडल्या तर ती माझी जबाबदारी आहे असे मी मानते. मला त्या कळवल्या तर पुढील आवृत्तीत त्यांची दुरुस्तीही केली जाईल याची खात्री सर्वांना देते आणि हे सन्मानाचे काम माझ्याकडे सोपवल्याबद्दल श्री. अरविंद गुप्ता आणि श्री. मिलिंद परांजपे यांचे मनापासून आभार मानते.

सुनीता खरे

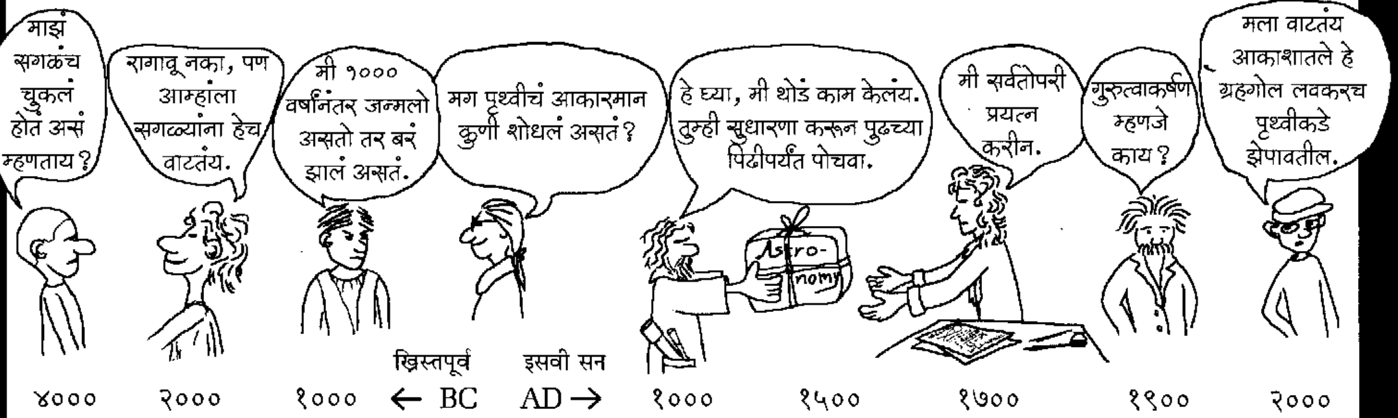


आपल्या पूर्वजांना रात्रीच्या आकाशाबद्दल नेहमीच आश्चर्य वाटायचे. चांदण्यांचे सौंदर्य त्यांना मोहित करायचे; आणि हात लावता येत नसल्यामुळे त्याबद्दल कदाचित गूढही वाटायचे.

एक मात्र खरंय की १०,००० वर्षांपूर्वी आकाश जसे दिसायचे अगदी तसेच ते आजही दिसते. पण आपल्या पूर्वजांपेक्षा आपल्याला चांदण्यांबद्दल खूपच वेगळी माहिती आहे. खगोलशास्त्राच्या ज्ञानामुळे आकाशाबद्दलचे आपले कुतूहल आणि आश्चर्य वाढले आहे.

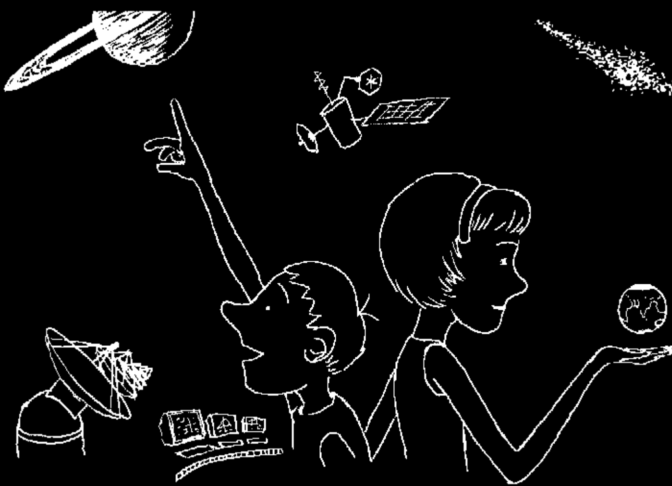


आपले आजचे ज्ञान हे एका रात्रीत मिळालेले नसून ते लाखो वर्षांच्या उत्क्रांतीचे फलित आहे.



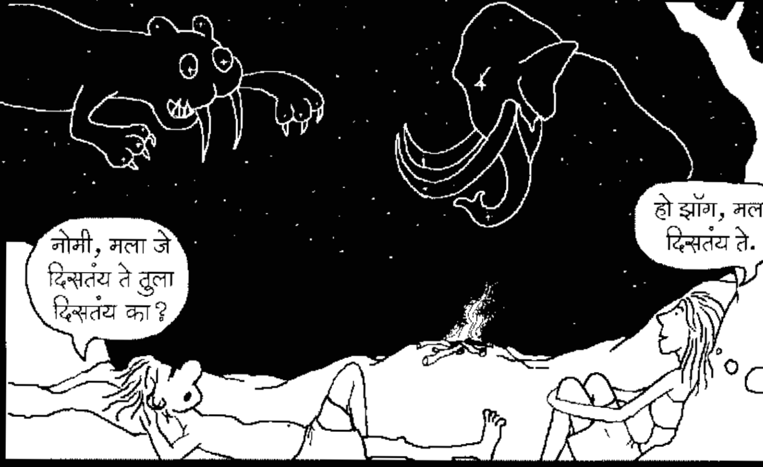
अतिप्राचीन काळापासून सतत शोध घेण्याच्या ऊर्मींनीच खगोलशास्त्राच्या कक्षा रुंदावत गेल्या, त्याची ही कथा.

या विश्वाची आपल्याला खरोखरच किती माहिती आहे? सतत लागणाऱ्या नवनवीन शोधांमुळे आपले ज्ञान वाढतच चालले आहे.



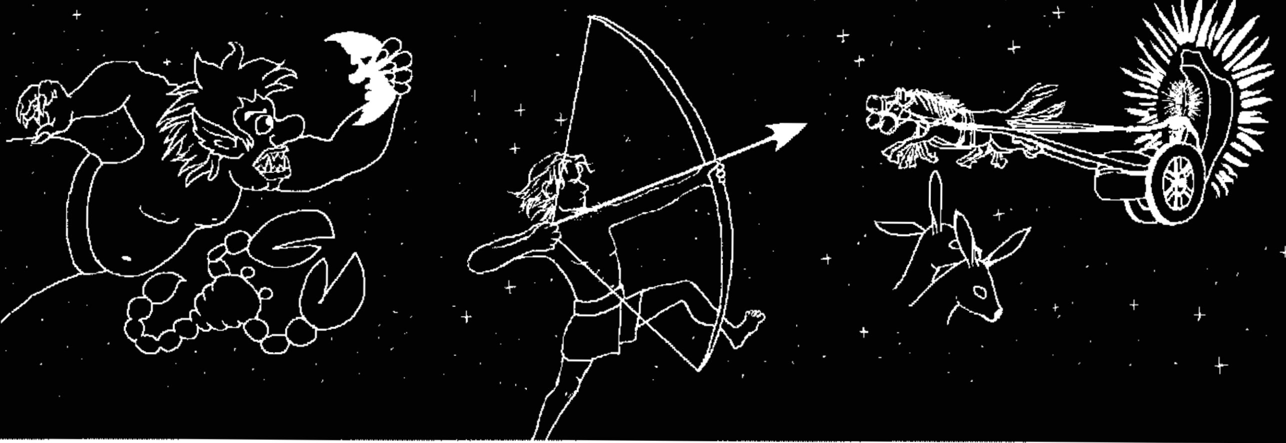
नेहमी असंच असते, जेवढे आपल्याला कळलेले असते, त्यापेक्षा कितीतरी अधिक कळायचे बाकी असते.

चांदण्यांनी भरलेले रात्रीचे आकाश पाहून आपले पूर्वज भारले जात. त्यांना आश्चर्य वाटे, भीतीही वाटे. आकाशात चांदण्यांची मांडणी वेगवेगळ्या आकारांत दिसे. कधी राक्षसांच्या, कधी माशांच्या, कधी प्राण्यांच्या तर कधी सुंदर स्त्रियांच्या रूपात. मग त्यावर आधारित सुंदर कथा ते रचत.



नियांडरथलला आपण हिमयुगातून बाहेर काढू शकू पण नियांडरथलच्या मनातून आपण हिमयुग काढू शकत नाही.

सर्वच संस्कृतींमध्ये सूर्य, चंद्र आणि तारे यांच्यावरील पुराणकथा व लोककथा आढळतात.



भारतीय लोकांना वाटायचे, समुद्रात प्रचंड कासव पोहत आहे. त्याच्या पाठीवर हत्ती उभे आहेत. त्यांनी आपल्या पाठीवर ती सपाट जमीन (पृथ्वी) तोलून धरली आहे. या कासवाने कंटाळून अंग थरथरवले की भूकंप होतात.

ग्रीकांच्या कथा कल्पना वेगळ्या होत्या. टायटन हे पुराणातील शक्तीमान देव. ॲटलास-हा एक टायटन योद्धा होता. आकाशाचे छप्पर पृथ्वीवर कोसळू नये म्हणून ॲटलासने आकाशाला आधार दिला आहे.

ॲटलासने पृथ्वीलाच खांद्यावर धरले आहे हा गैरसमज मात्र अलीकडचा.

अरे! हा काय प्रकार आहे? पृथ्वीला तोलून धरायची जबाबदारी खरी तर माझी आहे!

ए ॲटलास, इथून चालता हो!

अरे देवा! तुमचं ते ग्रीक पुराण जरा तपासून बघा!

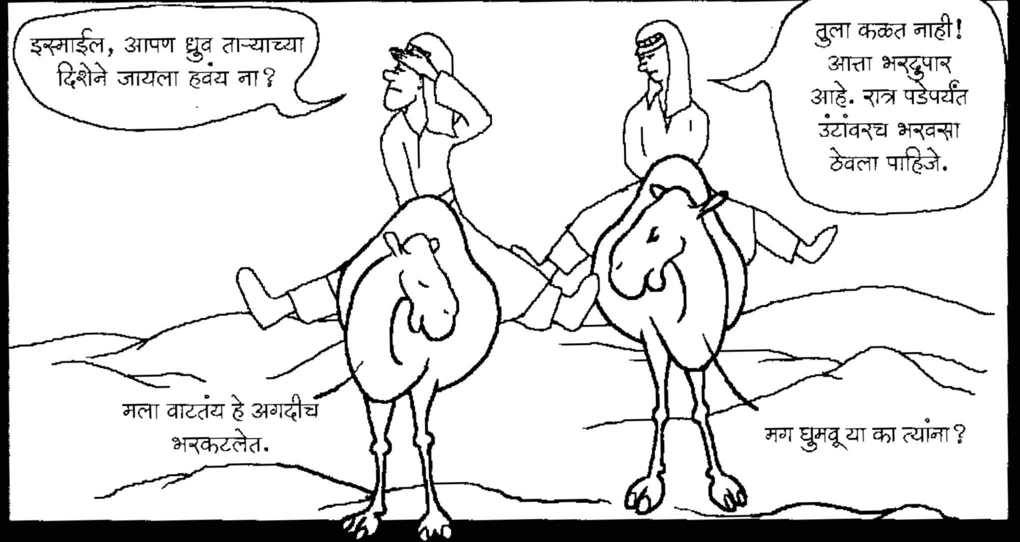
माझी जागा घ्यायचीये कोणाला? आनंदाने घ्या!

लोकांच्या सुपीक डोक्यातून अनेक दंतकथा जन्म घेत. तो त्यांचा विश्वाला समजून घेण्याचा एक प्रयत्न होता.

त्यातूनच विश्वाच्या निर्मितीविषयी प्राथमिक कल्पना तयार झाल्या आणि अंतरिक्षशास्त्राचा पाया घातला गेला.

कॅलेंडर, घड्याळे नव्हती तेव्हा आकाशातील तारे काळ, वेळ, दिशा कळण्यासाठी उपयोगी पडायचे.

भटक्या लोकांना आणि खलाशांनाही इच्छित स्थळी पोहोचण्यासाठी त्यांचा उपयोग व्हायचा.

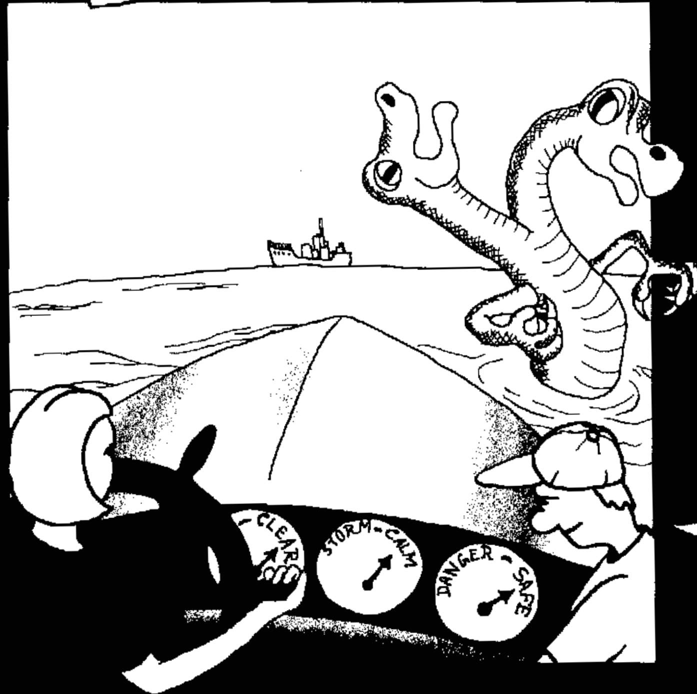


भर समुद्रात दिशा ठरवण्यासाठी, आपले स्थान निश्चित करण्यासाठी खलाशांना आकाश निरीक्षण उपयोगी पडायचे. खगोलशास्त्राच्या प्रगतीमुळे नौकानयन शास्त्रात अनेक सुधारणा झाल्या. त्यांना ताऱ्यांच्या स्थानांनुसार दिशा समजू लागल्या; महासागर पार करणे सोपे झाले.



समुद्रात प्रवास करताना खलाशी आजही संदर्भासाठी ताऱ्यांचा उपयोग करतात.

आधुनिक जहाजे व बोटी मात्र नवे तंत्रज्ञान वापरतात. यात उपग्रह, रेडिओ लहरी, इलेक्ट्रॉनिक यंत्रणेचा समावेश असतो.



सर्वसामान्यांना सूर्य, चंद्र व तारे आकाशात फिरतात इतकेच माहीत होते. काही जिज्ञासू लोकांना मात्र त्यांची ठरावीक मांडणी लक्षात यायची.

तारे कधी एका जागी थांबत नाहीत पण त्यांची मांडणी मात्र ठरावीक असते.

हं, आहे खरं; पण उत्तर दिशेचा तो तारा मात्र जागच्या जागी आहे.

अशा निरीक्षणांच्या आधारे त्यांनी तर्क करायला सुरुवात केली.

आकाशाला तारे चिकटवून ठेवल्यासारखे वाटतात आणि आकाश एखाद्या आसाभोवती संथपणे फिरतंय असं वाटतं.

हो खरंच! उत्तरेचा तो तारा त्याचा आस असावा, त्याच्याभोवती आकाश फिरतंय.

इथेच खगोलशास्त्राची सुरुवात झाली.

'उत्तरेचा तारा' किंवा ध्रुव तारा हा एका जागी स्थिर असल्यामुळे त्याला खगोलशास्त्रात विशेष स्थान प्राप्त झाले. या ध्रुव ताऱ्याभोवती आकाशाचा घुमट गोल फिरत असतो. त्यामुळे 'पोलारिस' किंवा 'ध्रुव-मध्य' हा आकाश निरीक्षणाचा आधारस्तंभ मानला जातो.

भारतीय पुराणकथेत ध्रुव बाळाचे रूपांतर ध्रुव ताऱ्यात झाले असे म्हटले जाते.

एक दिवस पाच वर्षांचा राजपुत्र ध्रुव आपल्या वडलांच्या मांडीवर बसला होता. हे राजाच्या दुसऱ्या, सुंदर पण दुष्ट राणीला बघवले नाही. तिने ध्रुवाला मांडीवरून ढकलून दिले आणि आपल्या मुलाला बसवले.

कार्ट्या ऊठ! ही मांडी तुझ्या एकट्याची नाहीये.

दुखावलेला ध्रुव, जिथून त्याला कोणी उठवू शकणार नाही अशा जागेच्या शोधात बाहेर पडला. खूप तपश्चर्येनंतर त्याचे आकाशातल्या स्थिर ताऱ्यात रूपांतर झाले.

या विश्वातली कोणतीही शक्ती हलवू शकणार नाही अशी जागा मला हवीये.

सर्व तारे ठरावीक रचनेतच फिरतात का? नाही. सर्व नाही.

अरे, तू तर म्हणालास की सगळ्या ताऱ्यांची ठरावीक मांडणी असते. ती कधीच बदलत नाही. पण तो पलीकडचा तारा मात्र भटकतो.

हो खरंच की! कदाचित तो तारा नसेलच, दुसरंच काहीतरी असेल.

खरोखरच काही तेजस्वी (प्रखर) तारे त्यांच्या जागा बदलत. ग्रीकांनी त्यांना प्लॅनेट (ग्रह) म्हणजे भटकणारे असे नाव दिले. हे भटके तारे ठरावीक तारकासमूहांमधून फिरताना दिसतात.

चंद्रसुद्धा स्थिर नसतो, तोही वेगवेगळ्या तारकासमूहांत फिरताना आढळतो.

सूर्य व चंद्र हेसुद्धा ग्रह असावेत. कारण तेसुद्धा भटकतात.

सूर्यसुद्धा? हे तू कशावरून म्हणतोयस?

ताऱ्यांसारखे असणारे पाच ग्रह होते त्यांना ग्रीक देवतांची नावे दिली गेली.

मर्क्युरी	व्हीनस	मार्स	ज्युपिटर	सॅटर्न		
बुध	शुक्र	मंगळ	गुरू	शनी	सूर्य	चंद्र

अरे! आमचं काय मग?

सूर्य, चंद्र त्यांच्यात धरले तर ग्रहांची संख्या सात होते.

ताऱ्यांचे हे समूह बरेच भराभर हलायचे. काही मिनिटांत त्यांची हालचाल लक्षात यायची.

पण ग्रहांची गती मात्र त्यांच्या तुलनेत खूपच कमी होती.

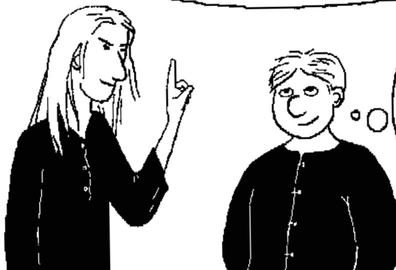


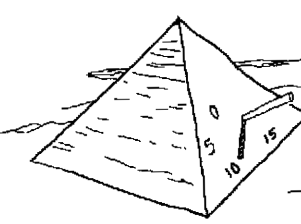
ग्रहांच्या गतीचे बारकाईने निरीक्षण करण्यासाठी कित्येक महिने लागत. हा अभ्यास खूपच कंटाळवाणा आणि जिकिरीचा होता.



या ढीगभर निरीक्षणांचे फलित कळायला काही शतकांचा कालावधी लागला.

या सर्व अभ्यासातून दोन गोष्टी स्पष्ट झाल्या.





दुसरे म्हणजे आकाशातल्या बदलांचा पृथ्वीवर परिणाम होतो.



* रा-सूर्य देव, ** नट-आकाश देवता.

इजिप्तमधील जीवन नाईलच्या वार्षिक पुरावर अवलंबून असायचे. आकाशात सूर्योदयापूर्वी जेव्हा व्याधाचा चमकदार तारा दिसायला लागायचा तेव्हा त्यांना कळायचे आता लवकरच नाईलला पूर येणार आहे.

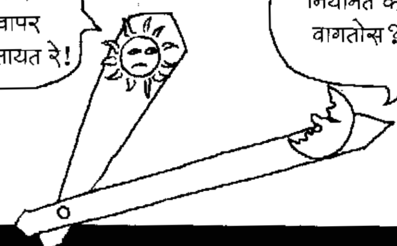
इजिप्तमधील लोकांच्या खगोलशास्त्राच्या ज्ञानामुळे ते व्याध परत कधी दिसेल हे अचूक सांगू शकत.



नैसर्गिक घटनांचे पद्धतशीर अनुमान बांधण्यासाठी एखाद्या कालगणना पद्धतीची गरज होती. यातूनच दिनदर्शिकेचा जन्म झाला. संपूर्ण आकाशातील तारकासमूहातून सूर्याची एक फेरी म्हणजे एक वर्ष. चंद्राच्या सर्व कलांचे एक आवर्तन म्हणजे एक महिना.



सूर्य, चंद्र आणि तारे हजेरी मांडणारे झाले. घड्याळाचे काम करू लागले. पृथ्वीभोवतीच्या त्यांच्या दैनिक फेरीमुळे दिवसाची वेळ कळायची. तारकासमूहातून त्यांच्या फिरण्यामुळे वर्ष कळायचे.



काही गूढ स्वभावाची माणसे म्हणत

काय माहीत, उद्या हे ग्रह नक्की कुठे दिसतील?

बहुतेक ते स्वतःच्या मनाप्रमाणे वागत असतील.

पृथ्वीवरच्या सजीवांवर त्यांचा प्रभाव पडणारच!

इथेच ज्योतिषशास्त्राचा जन्म झाला. ग्रह माणसांच्या जीवनावर प्रभाव टाकतात असा समज लोकांमध्ये पसरला.

ज्योतिषी लोक याचा गैरफायदा घेत...

ग्रहणकालात जन्म झाला. अरेरे... मला त्याच्या भविष्यात अंधारच दिसतोय.

बापरे!

...आणि आपली उपजीविका चालवत.

तुम्हाला थोडा खर्च होईल, पण देवाला काही नैवेद्य दिला पाहिजे. म्हणजे हे संकट टळेल.

मुलाच्या भविष्यासाठी ही किंमत काही फार मोठी नाही.

आकाशातल्या ग्रह ताऱ्यांचा पृथ्वीवर निश्चितच परिणाम दिसायचा.

आज पौर्णिमा आहे. म्हणजे मोठी भरती येणार.

पण ज्योतिषी मात्र सर्व गोष्टी फुगवून सांगायचे.

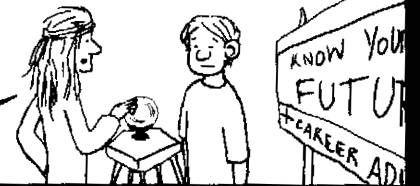
पृथ्वीवरच्या सर्व घटनांवर आकाशातल्या ग्रह ताऱ्यांचं नियंत्रण असतं.

आणि आमच्यासारखे तज्ज्ञच त्यांचा अर्थ लावू शकतात.

ज्योतिषशास्त्राचा प्रभाव अजूनही दिसतो, खास करून अविकसित देशांत.

भारतात खगोलशास्त्रज्ञांपेक्षा ज्योतिषीच जास्त आहेत. ज्योतिषशास्त्राचे पदवी अभ्यासक्रमसुद्धा काही विद्यापीठांत आहेत.

काय म्हणालात खगोलशास्त्र? त्यात काही भवितव्य नाही. तुम्ही त्यापेक्षा ज्योतिषशास्त्राच्या अभ्यासक्रमाला का नाही नाव घालत?

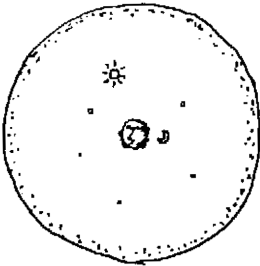


त्याच वेळेला काही माणसे मात्र अशी होती जी आकाशाकडे शास्त्रीय दृष्टिकोनातून बघत.





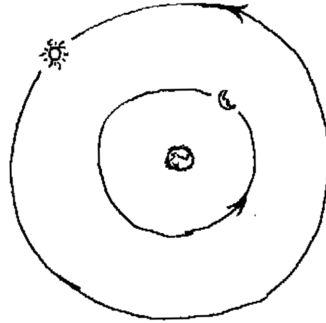
ॲरिस्टॉटलला खगोल विज्ञान ही तत्त्वज्ञानाची एक शाखा वाटायची.





त्याचं स्वतःचं असं तर्कशास्त्र होतं.





कदाचित हे त्याचे निर्दोषतेचं वेड असावे!

आधुनिक खगोलशास्त्राच्या उत्क्रांतीचे मूळ आपल्याला थोर ग्रीक तत्त्वज्ञ ॲरिस्टॉटलच्या लिखाणात सापडते.

ॲरिस्टॉटल (ख्रिस्तपूर्व ३८४-३२२)



या तत्त्ववेत्याने तत्त्वज्ञानाची व्यापक सूत्रबद्ध पद्धत प्रथम मांडली. राजकारण, नीतिमत्ता, सौंदर्यशास्त्र, पराभौतिकशास्त्र, तर्कशास्त्र आणि विज्ञान अशा विविध विषयांवर त्याने लिखाण केले आहे. तर्कशास्त्राचा औपचारिक अभ्यास त्यानेच प्रथम केला.

त्याच्या विचारांचा धार्मिक चालीरीती व तत्त्वज्ञानावर खूप पगडा होता. ॲरिस्टॉटलचे तत्त्वज्ञान अजूनही अभ्यासले जाते.

इतिहासातील अनेक व्यक्तींवर त्याचा प्रभाव होता. थोर योद्धा ॲलेक्झांडर त्याच्या विद्यार्थ्यांपैकीच एक.

आजमितीला ॲरिस्टॉटलचे तत्त्वज्ञान व कल्पना म्हणजे एकाच व्यक्तीने मांडलेली सर्वोत्तम विचारप्रणाली मानली जाते. त्याच्या तत्त्वज्ञानामुळे अनेक संस्कृतींचा बौद्धिक विकास झाला. इतर अनेक क्षेत्रांप्रमाणेच त्याच्या कल्पनांचा खगोलशास्त्रावरही मोठा पगडा होता. गोल आणि वर्तुळ यांचे नक्की स्वरूप काय याबद्दल जवळजवळ २००० वर्षे लोकांना प्रश्नच पडला नाही.

खगोलशास्त्राच्या प्रगतीसाठी ॲरिस्टॉटलचा विचार तारक ठरला का मारक हे नक्की सांगता येत नाही. मात्र खगोल विज्ञानाच्या अभ्यासाची त्याने सुरू केलेली परंपरा हे त्याचे खरे योगदान आहे.
विश्वाबद्दलच्या अनेक घटनांना लोक गृहीत धरत. तो मात्र त्यांचे स्पष्टीकरण शोधण्याचा प्रयत्न करत असे.

शास्त्रीय संशोधन चालूच राहिले. चांदण्यांच्या आकृतीबंधांचे नकाशे काळजीपूर्वक तयार केले गेले.



स्थानिक तारकासमूह म्हणजेच नक्षत्रांनुसार आकाशाचा प्रत्येक भाग ओळखला जायचा.

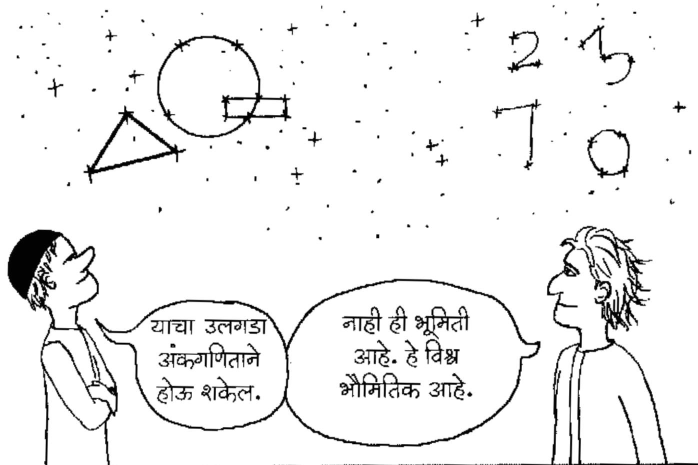
तारकासमूहांच्या नकाशांमुळे ग्रहांचे भ्रमण काटेकोरपणे मोजता येऊ लागले. हे भ्रमण समजून घेणे ही पुढची पायरी होती.

या ग्रहांच्या भटकण्याला आगा पिछा काहीच नाहीये. मला वाटतं हे झपाटलेले आहेत.

हे उगाचच क्लिष्ट होतंय. प्रत्यक्षात त्यांचं भ्रमण नियंत्रित करणारी सोपी तत्त्वं असतील. आपण त्यांचा शोध घेतला पाहिजे.

ग्रहांच्या गुंतागुंतीच्या भ्रमण पद्धती शोधण्यासाठी खगोलतज्ज्ञ झटू लागले.

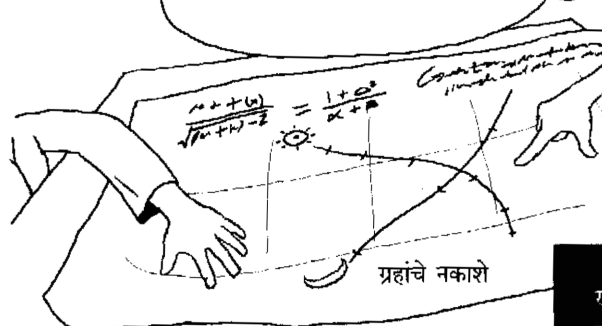
ग्रहांच्या गतीचा तर्क बांधण्यासाठी खगोलशास्त्रज्ञांनी गणिताचा वापर केला.



ग्रहांच्या गतींचे स्पष्टीकरण साध्या गणिती रचना वापरून देण्याचा प्रयत्न खगोलशास्त्रज्ञांनी केला. ठरावीक वेळी ग्रहाचे आकाशातले निश्चित स्थान कोणते असेल ते सांगणारी सूत्रे त्यांनी मांडली होती.

अशी पद्धत जर एखाद्या ग्रहाची १०० वर्षांपूर्वीची जागा अचूक सांगू शकत असेल तर भविष्यात तो ग्रह कोठे असेल हेसुद्धा सांगता यायला हवे.

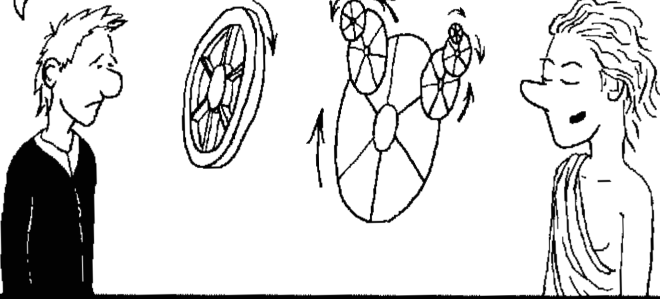
या रचना पद्धतींचे यश (किंवा अचूकता) त्यामध्ये वापरलेल्या गणिती पद्धतींच्या आधुनिकतेवर अवलंबून होते. इजिप्तमधील रचनांमध्ये पुरातन अंकगणित वापरले होते. त्यामुळे या पद्धती यशस्वी झाल्या नाहीत. बॅबिलोनियन वैज्ञानिकांनी पुष्कळ सुधारणा केली. त्यांनी आधुनिक दशमान पद्धतीसारखी रीत वापरली. त्यांनी १० ऐवजी ६० चा पाया धरला. ही परंपरा अजूनही दिसते. एका तासाची ६० मिनिटे आणि मिनिटाची ६० सेकंद अशी विभागणी आपण आजही करतो.



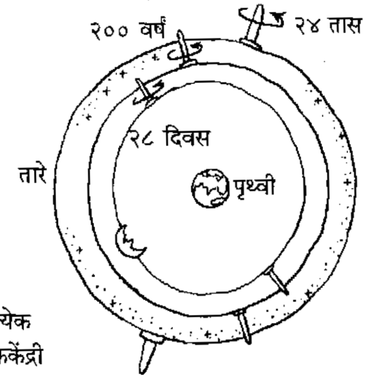
ग्रहांच्या गतींचे अनुमान बांधता आल्यामुळे खूप फरक पडला. सूर्यग्रहण व चंद्रग्रहण अचानक होत नसून त्यांचे अनुमान बांधणे शक्य असते, हे समजले. धर्मात ग्रहणांना फार महत्त्व असते. साहजिकच धार्मिक कार्यांत खगोलशास्त्राचा संबंध आला.

खगोलशास्त्राच्या प्रगतीमध्ये गणिताचा मोठा वाटा होता. तसेच खगोलशास्त्राच्या अभ्यासामुळे गणिताच्या प्रगतीलाही चांगलीच चालना मिळाली.

खगोलतज्ज्ञांनी ग्रहगोलांच्या गतींच्या प्राथमिक रचना वर्तुळाकार मानल्या होत्या.

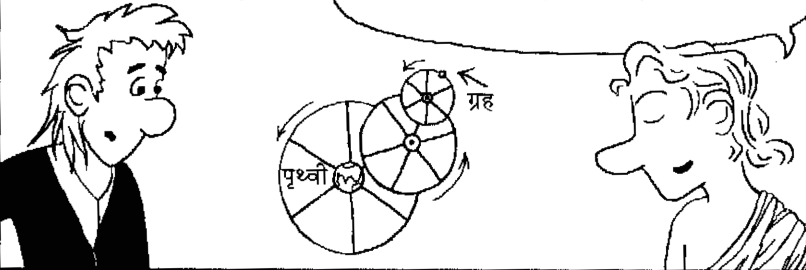


प्राथमिक रचना या एककेंद्री गोलावर आधारित होत्या. एखाद्या भोवऱ्याप्रमाणे हे काल्पनिक गोल एका अक्षाभोवती फिरत. एका गोलाचा अक्ष दुसऱ्या गोलामध्ये स्थित (बसवलेला) असे.

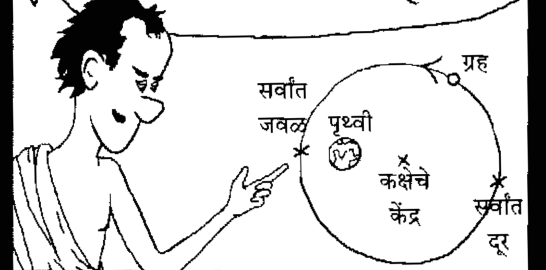


ही गतींची रचना दर्शवण्यासाठी प्रत्येक ग्रहाला अनेक एककेंद्री गोल लागत.

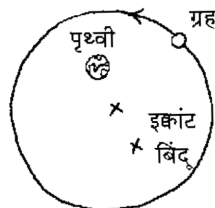
'एपिसायकल' अशीही एक संकल्पना होती. त्यात प्रत्येक ग्रह एका फिरणाऱ्या चाकावर बसवलेला होता. त्या चाकाचे केंद्र दुसऱ्या फिरणाऱ्या कक्षेवर बसवलेले असे. (कदाचित ते चाक आणखी एका फिरणाऱ्या कक्षेला जोडलेले असेल.)



दुसरी संकल्पना विकेंद्री वर्तुळांची होती. ग्रहांच्या गतीतील फरक समजण्यास त्याचा उपयोग झाला..



वर्तुळाकार रचनांच्या बाबतीत 'इक्कांट बिंदू' ही संकल्पना फारच क्लिष्ट होती, तरी ग्रहांच्या गती समजून घेण्यासाठी ती सर्वांत प्रभावी ठरली. ही संकल्पना जवळजवळ दीड हजार वर्षे वापरात होती.



या सर्व रचना एकत्रितपणे ग्रहांच्या गती समजावून देण्यात मोठ्या प्रमाणावर यशस्वी झाल्या.
मात्र गोल व वर्तुळ या रचना प्रत्यक्षातील नसून काल्पनिक होत्या; पण त्यातूनच सोप्या व अचूक उपपत्ती मांडणे शक्य झाले.

ग्रहांची संभाव्य स्थिती निश्चित करण्याच्या क्षमतेवर त्या रचनांची यशस्विता अवलंबून असे.

या सर्व पद्धतींचा एकत्रित वापर प्रथम टॉलेमी या ग्रीक खगोलतज्ज्ञाने केला. त्यानेच ग्रहांच्या गतींची अचूक कल्पना देणारी पहिली रचना मांडली.

टॉलेमी हा ग्रीक खगोलशास्त्रज्ञ होता. त्याचे खरे नाव क्लॉडीअस टॉलेमिअस. त्याच्या वैयक्तिक आयुष्याची फारशी माहिती उपलब्ध नाही.



'अल्माजेस्ट' हे टॉलेमीने लिहिलेल्या लोकप्रिय पुस्तकाचं नाव. मूळ ग्रीक नाव 'मेगॅले सिंटॅक्सिस' (Megale Syntaxis म्हणजे गणिती संकलन). पुढे त्याचे अरेबिकमध्ये भाषांतर 'अल् माजिस्ती' (खूप भव्य) या नावाने झाले. नंतर लॅटीनमध्ये 'अल्माजेस्टम' या नावाने झाले.

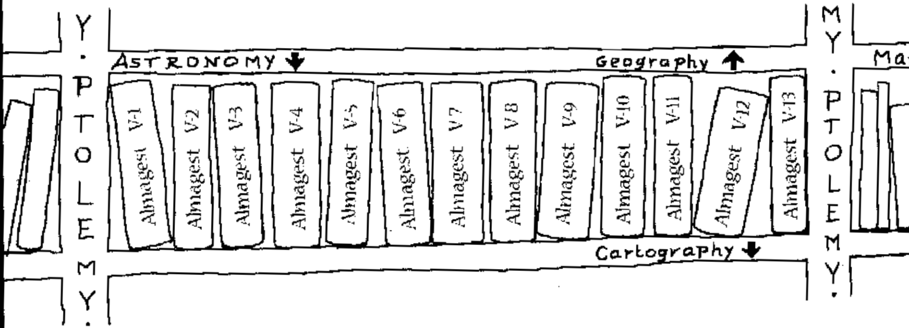
हा खगोलशास्त्रावरचा एक भव्य प्रबंध होता.

क्लॉडीअस टॉलेमिअस (इ. स. ८५-१३५)



टॉलेमी अॅलेक्झांड्रियामध्ये (इजिप्त) राहत असे. तो खगोलतज्ज्ञ, गणिती, भूगोलतज्ज्ञ, नकाशा काढण्याचे ज्ञान असणारा होता. खगोलशास्त्रावरचा पहिला प्रबंध 'अल्माजेस्ट'चा तो लेखक होता.

अल्माजेस्टचे लेखन १३ खंडांमध्ये विभागलेले होते. १००० ताऱ्यांची माहिती आणि आकाशातल्या विविध घटनांची यादी त्यात होती.



सर्वांत महत्त्वाचे म्हणजे आधीच्या खगोलतज्ज्ञांनी केलेला ग्रहांच्या गतींचा अभ्यास व टॉलेमीचे स्वतःचे शोध यांचे संकलनही त्यात होते.

अनुमान बांधता येणे हेच टॉलेमीच्या रचनांचे यश होते.



पण त्यातही काही अडचणी होत्या.

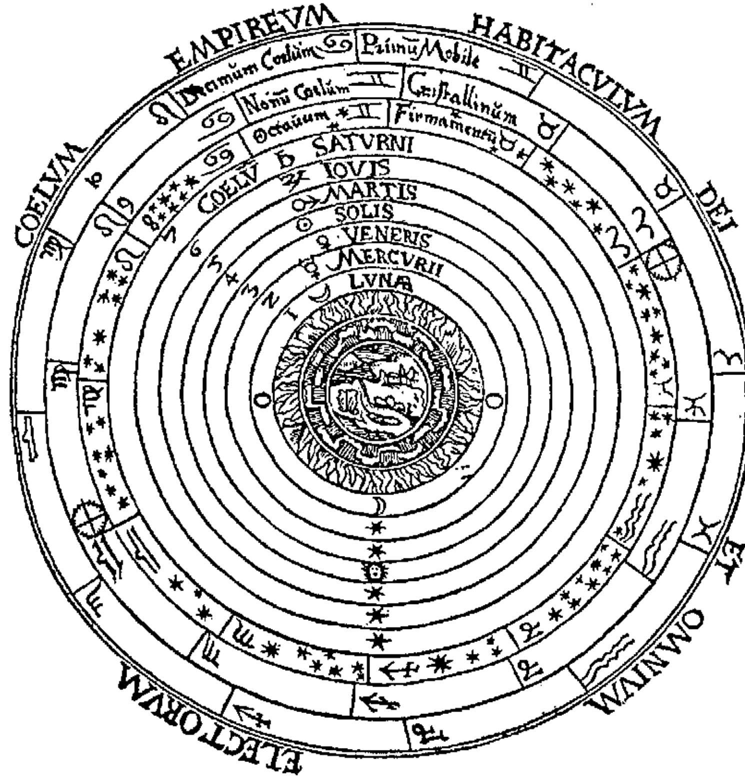


टॉलेमीच्या एपिसायकल, इक्कांट बिंदू या संकल्पना आणि बाकी सर्व रचना फक्त तात्त्विक आहेत हे सर्वमान्य होते. या केवळ ग्रहांच्या हालचालींच्या निरीक्षणातून अनुमानाने तयार केलेल्या रचना होत्या, त्या प्रत्यक्ष भौतिक रचना नव्हत्या.

टॉलेमीने वर्णन केलेले विश्व हे पृथ्वीकेंद्रित होते. सूर्य, चंद्र, ग्रह हे पृथ्वीभोवती एपिसायकल, इक्कांट बिंदू या संकल्पनांच्या यंत्रणेनुसार फिरत. पृथ्वी केंद्र धरून त्याच्याभोवती गोलाकार कवचांसारख्या विविध कक्षा होत्या. त्यावर ग्रह स्थित होते. प्रत्येक ग्रहासाठी स्वतंत्र कवच होते. सर्वांत लांबच्या ग्रहालगतच्या कवचावर तारे स्थित होते.

थोडेफार बदल सोडले तर टॉलेमीची विश्वाची रचना १४०० वर्षे जशीच्या तशी टिकून राहिली. त्या काळात अल्माजेस्टचे भाषांतर करून बायबलप्रमाणे जगभर वाचले जात असे.

Schema huius præmissæ diuisionis Sphærarum.



आपल्या आजच्या ज्ञानानुसार टॉलेमीचा विश्वाबद्दलचा हा समज पूर्णतः चुकीचा होता. पण त्याच्या काळात (व पुढील अनेक शतकांत) ब्रह्मांडाविषयीचा हा समज बायबलमधील शिकवणुकींप्रमाणे लोकांच्या मनात दृढ झाला होता.

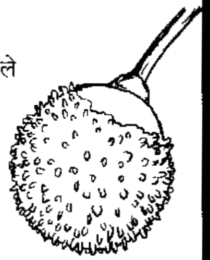
अनेक बुद्धिवंतांच्या संयुक्त प्रयत्नांतून टॉलेमीच्या कल्पनांना आव्हान दिले गेले. कोपर्निकसचे धाडसी विचार, केप्लरने सुचवलेल्या लंबगोलाकार कक्षा आणि गॅलिलिओने शोधलेली दुर्बीण, यामुळे शेवटी टॉलेमीच्या विचारांच्या जागतिक प्रभावावर (पगड्यावर) मात करता आली. इथेच खगोलशास्त्राच्या अंधकारमय काळाचा अंत झाला.

पृथ्वी सपाट नसून चेंडूसारखी गोल आहे हे ख्रिस्तपूर्व हजार वर्षे आधीच समजले होते.



प्रसिद्ध भारतीय खगोलशास्त्रज्ञ आर्यभट्ट (इ. स. ५००) यांनी पृथ्वी खूप लांबवरून आपल्याला कशी दिसेल हे समजण्यासाठी फार सुंदर उदाहरण दिले आहे.

कदंबाच्या चेंडूसारख्या फळावर जशी चिमुकली फुले सर्व बाजूंनी फुललेली असतात... तसेच आपण या चेंडूसारख्या पृथ्वीवर उभे असतो.



खाली म्हणजे पृथ्वीच्या केंद्राकडे आणि वर म्हणजे केंद्रापासून लांब असा त्याचा अर्थ असतो.

जर पृथ्वी चेंडूसारखी आहे तर ती सपाट का भासते? त्याची अनेक कारणे आहेत.

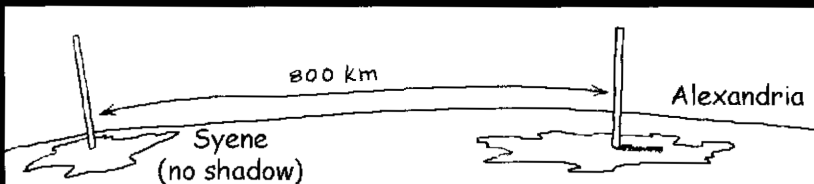


काही लोक मात्र ठासून सांगत, पृथ्वी म्हणजे राक्षसी चेंडू आहे. असे का? त्याला पुरावा होता.... जबरदस्त पुरावा.





पृथ्वी नक्की किती मोठी होती, याचे अनुमान ग्रीक विद्वान इरॅटोस्थेनस याने ख्रिस्तपूर्व २४० च्या सुमारास बांधले. पृथ्वी जर चेंडूसारखी गोल असेल तर सूर्याचा प्रकाश पृथ्वीवर वेगवेगळ्या कोनात पडला पाहिजे. लोकांना माहीत होते की सायने (इजिप्तजवळ) येथील उभ्या खांबाची सावली २१ जूनला भर दुपारी पडत नाही. इरॅटोस्थेनसने त्याच दिवशी ॲलेक्झांड्रिया (सायने येथून ८०० कि.मी. दूरची जागा) येथील दुसऱ्या खांबाची सावली मोजली.

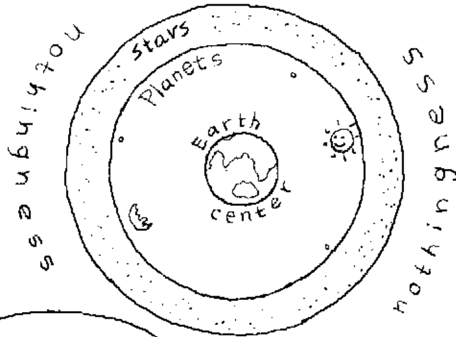


या माहितीच्या आधारे इरॅटोस्थेनसने पृथ्वीचा परीघ ४०,००० कि. मी. आहे हे गणित करून सहज सांगितले.

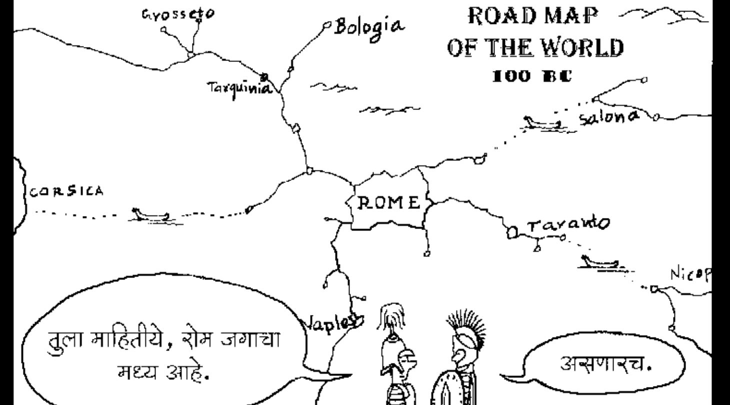
कुणी कल्पना तरी केली असेल का, ज्या पृथ्वीवर आपण राहतो ती ४०,००० कि. मी. परीघ असलेली राक्षसी चेंडूसारखी आहे आणि तिच्या सर्व बाजूंनी मोकळे आकाश आहे!



पृथ्वीवरून सूर्य, चंद्र, तारे हे सर्व आपल्याभोवती फिरत आहेत असे दिसे. साहजिकच, पूर्वीच्या खगोलतज्ज्ञांना पृथ्वी हीच सर्व ग्रहतार्‍यांच्या केंद्रस्थानी आहे असे वाटले.



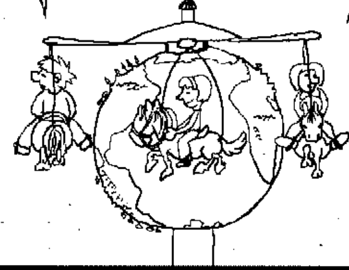
आज आपल्याला माहिती आहे की पृथ्वी हा विश्वाचा केंद्रबिंदू नाही. खरे सांगायचे तर विश्वाला असा कोणताच केंद्रबिंदू नाही. रोम हा जगाचा केंद्रबिंदू आहे ही जशी रोमनांची खुळी कल्पना होती, अगदी तशीच ही आहे.



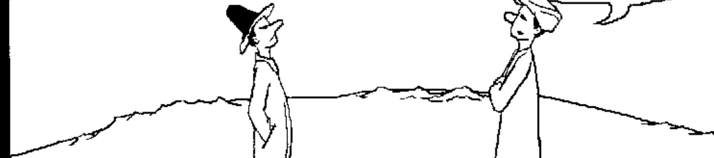
मात्र अनेक विचारवंतांचे असे मत होते की सूर्याभोवती (पृथ्वीभोवती नाही) पृथ्वी व इतर ग्रह फिरतात. ख्रिस्तपूर्व २५० वर्षे, या काळात ग्रीस येथील सॅमॉसचा अरिस्टार्चस म्हणाला की...



इ. स. ५०० च्या सुमारास आर्यभट्टांनी आपले म्हणणे मांडले की, पृथ्वी एखाद्या भोवऱ्याप्रमाणे आपल्या अक्षाभोवती फिरते. एका परिवलनासाठी तिला एक दिवस लागतो, पुढे असेही सांगितले की, परिवलनामुळेच ग्रहतारे आपल्याभोवती फिरताना दिसतात. (जसे जत्रेतल्या पाळण्यात बसल्यावर आपल्याला जग आपल्याभोवती फिरत आहे असे वाटते तसे.)



दुर्दैवाने या कल्पना दुर्लक्षित राहिल्या. अशी मूलगामी कल्पना पचवायची जगाची अजून तयारी झाली नव्हती.



म्हणूनच हजारो वर्षे विश्वाचे केंद्र पृथ्वीच राहिली आणि सूर्याला तिच्याभोवती फिरत ठेवले गेले.





अखेरीस सूर्याला स्थिर आणि पृथ्वीला गतिमान करण्याचे श्रेय निकोलस कोपर्निकस याला जाते.

हुश्शऽऽ... अखेर जमलं! धन्यवाद निकोलस. मला फार काळ हे सहन झालं नसतं.

अरे, ढकलू नकोस. मला गती यायला वेळ लागतो.

हे असं एक दिवस घडणारच होतं. काळजी करू नकोस. मी आहेच नेहमी तुझ्या बरोबर.

निकोलस कोपर्निकस (इ. स. १४७३-१५४३)



याचा जन्म पोलंडमधला. तो गणितज्ज्ञ, खगोलशास्त्रज्ञ, वैद्यक तज्ज्ञ, दुभाष्या, अर्थतज्ज्ञ, सैनिकी अधिकारी आणि बरेच काही होता. सूर्यकेंद्रित विश्वाची कल्पना मांडणारा तो पहिला खगोलशास्त्रज्ञ होता. आकाशातील ग्रहगोलांच्या भ्रमणावर आधारित असलेला त्याचा हा प्रबंध (डि रिव्होल्यूशनिबस ऑर्बियम सेलेस्टियम) शास्त्रीय क्रांतीचा अग्रदूत ठरला. म्हणूनच कोपर्निकसला आधुनिक खगोलशास्त्राचा जनक मानले जाते.

अस्तित्वात असलेल्या रचनांविषयी खगोलशास्त्रज्ञ समाधानी नव्हते.

माझं उत्तर कधीच कसं बरोबर येत नाही?

मला वाटतं आपली विचारांची दिशाच चुकत्ये.

टॉलेमीच्या जुन्या रचना (शतकानुशतके जुन्या) सुधारणे अथवा बदलणे आवश्यक होते.

हो, आणि चंद्राच्या आकाराचं काय? टॉलेमीच्या रचनेनुसार तो प्रचंड का दिसत नाही जवळ आल्यावर?

पुन्हा पहिले पाढे पंचावन्न, मला अगदी कंटाळा आलाय या गोष्टीचा.

कोणी आम्हांला मदत करेल का?

ही असली चूक खपणारच नाही.

एपिसायकल या फक्त संकल्पनाच आहेत. ग्रहांचे मार्ग खरंच कसे दिसत असतील?

आपलं गणितच कच्चं असावं.

जुन्या काळातल्या खगोलतज्ज्ञांनी सूर्यकेंद्रित विश्वाचे एक काल्पनिक धूसर असे चित्र उभे केले होते. पण कोपर्निकसची या बाबतीतली मीमांसा ही फक्त कल्पना नव्हती तर त्याने सगळ्याचा उलगडा करणारी जंत्रीच दिली होती.

त्या काळात रूढ असलेल्या संकल्पनांना शह देणारा कोपर्निकस निश्चितच धाडसी होता. तो म्हणाला,

टॉलेमीच्या रचनांमध्ये अजून सुधारणा होऊच शकत नाही. कारण त्याच्या सिद्धांताचा आधारच चुकीचा आहे.

सूर्याला जर सगळ्या गतींचा केंद्रबिंदू मानलं तर सर्व काही सोपं होईल. पुरावे ग्राह्य माना आणि प्रस्थापित पुरातन संकल्पनांना मूठमाती द्या.

३० वर्षे काम करून त्याने गणिती तपशिलांचा सारांश मांडला.

ग्रह काही काळ उलट दिशेने जाताना दिसणं (वक्री होणं) हा केवळ आभास आहे. आपली पृथ्वी सूर्याभोवती फिरते त्यामुळे असं वाटतं.

बुध आणि शुक्र आपल्या पृथ्वीप्रमाणेच सूर्याभोवती फिरतात. ते सूर्याजवळच राहतात कारण त्यांच्या कक्षा लहान असतात.

पाहिलंत हे किती सोपं आणि तरीही अचूक आहे?

मला नाही हे पटत! तुम्हांला?

त्याच्या सिद्धांतामुळे ग्रहांच्या भ्रमणाविषयीच्या न सुटलेल्या अनेक प्रश्नांची उत्तरे मिळाली. कोपर्निकसच्या समकालिनांनी मात्र त्याच्या कामाची कदर केली नाही.

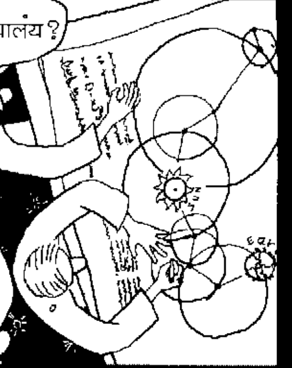
कोपर्निकसची सूर्यकेंद्री विश्वाची रचना ही पृथ्वीकेंद्री रचनेपेक्षा मुळातूनच वेगळी होती. त्याच्या संकल्पनांना मान्यता मिळायला एक शतकाहून अधिक काळ लागला.

अखेर या काळ्या कालखंडातून खगोलशास्त्र बाहेर पडले!

दुर्दैवाने कोपर्निकसच्या रचना (सूर्यकेंद्री सिद्धांतावर आधारित) या टॉलेमीच्या पृथ्वीकेंद्री रचनांची सुधारणा म्हणून चालू शकल्या नाहीत.



याला दोन कारणे होती. एक म्हणजे कोपर्निकसने कक्षांचे लंबगोलत्व विचारात घेतले नाही व त्याने एपिसायकल्सची अत्यंत क्लिष्ट रचना मांडली. दुसरे म्हणजे तो चुकीच्या निरीक्षणांचा आधार घेत होता.



अनुमान बांधण्यातल्या व्यावहारिक अडचणी हा काही एकच मुद्दा नव्हता तर काही समजुतींचाही घोटाळा होता.



*पराशय (पॅरलॅक्स) माहितीसाठी पान ३८ पहा.

अशा मूलभूत प्रश्नांची उत्तरे खूप नंतरच्या काळात मिळाली. त्यामुळे सूर्यकेंद्रित विश्वाबद्दलच्या शंकांचे निरसन झाले. त्याच बरोबर विश्वाचा अजून सखोल अभ्यास करण्याची दृष्टी मिळाली.

पण त्यामुळे कोपर्निकसच्या वैश्विक सिद्धांतातील त्रुटी लक्षात आल्या.

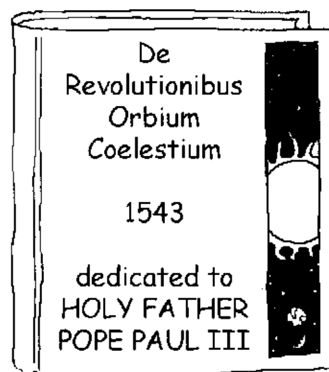
सगळेच काही कोपर्निकसबद्दल शंका घेत नव्हते. प्रत्यक्षात त्याचे अनेक चाहते होते.



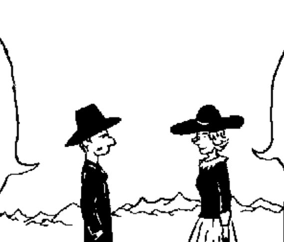
कोपर्निकसला खरी भीती होती ती चर्चची.

कोपर्निकसला माहीत होते की जर चर्चने त्याच्या कल्पना नाकारल्या तर फक्त देवच त्याला वाचवू शकेल. चर्चच्या विरोधात जायची त्याची अजिबात इच्छा नव्हती. त्याचा सहकारी फारच चतुर होता. त्याने झकास युक्ती काढली आणि पुस्तक प्रसिद्ध केले.

त्याने ते पुस्तक पोप पॉल - तिसरे यांनाच अर्पण केले!

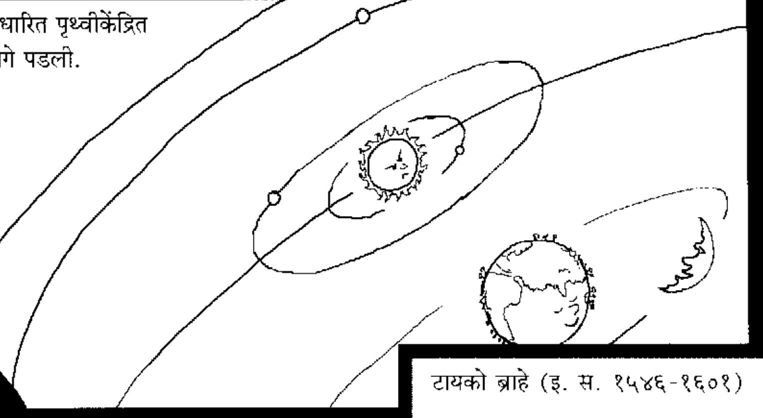


दुर्दैवाने या पुस्तकाला मिळायला हवी होती तेवढी प्रसिद्धी मिळाली नाही. कोपर्निकसचे सिद्धांत शतकाहून अधिक काळ खितपत पडले. सूर्यकेंद्री सिद्धांताचे फायदे मात्र कोणीही पूर्णपणे नाकारू शकत नव्हते. तरीदेखील त्या काळातील खगोलतज्ज्ञ मात्र पृथ्वीकेंद्री विश्वाची संकल्पना जपण्याचा आटोकाट प्रयत्न करत होते.



टायको ब्राहे या डॅनिश खगोलशास्त्रज्ञाने पुन्हा एकदा पुढे आणलेल्या सुधारित पृथ्वीकेंद्रित सिद्धांतामुळे कोपर्निकसच्या सूर्यकेंद्री विश्वाची संकल्पना काही काळ मागे पडली.





टायको ब्राहे (इ. स. १५४६-१६०१)



याचा जन्म डेन्मार्कमध्ये झाला. युरॅनिबोर्ग (स्वर्गीय किल्ला) ही वेधशाळा त्याने बांधली. ही पहिली आधुनिक संशोधन संस्था. अचूक निरीक्षणांच्या बाबतीत तो आग्रही होता.

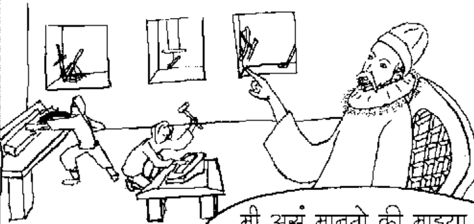
एका दृष्टीने टायको ब्राहेची कोपर्निकसच्या विश्वाच्या रचनेवरची (चित्रावरची) टीका योग्यच होती. त्याने ग्रहांच्या गतीचे वर्णन करण्यासाठी कोपर्निकसचीच पद्धत वापरली. फक्त पृथ्वीला केंद्रस्थानी मानले. प्रत्यक्षात त्याने गतीमापनात फारसा बदल केलाच नव्हता, कारण आपल्याला नेहमी ग्रहाची सापेक्ष गतीच समजते. त्याने फक्त संदर्भ चौकट बदलली.

अशा तऱ्हेने एकाच वेळी टायकोने कोपर्निकसच्या सिद्धांताचे महत्त्व कमी केले आणि तो स्वतःच्या सिद्धांतात समाविष्ट करून टाकला.

सूर्याला केंद्रस्थानी मानण्याची कल्पना तो कधीच करू शकला नाही पण खगोलशास्त्रासाठी त्याने दिलेले योगदान मोठे आहे. निरीक्षणांच्या अचूकतेला अग्रक्रमाने प्राधान्य प्रथम त्यानेच दिले.

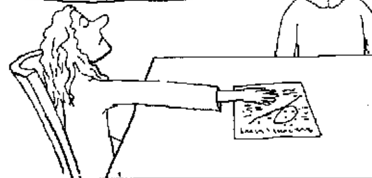


पूर्वीपासून उपलब्ध असलेल्या माहितीवर टायकोचा फारसा विश्वास नव्हता.



त्याच्या आयुष्याचा बराचसा काळ अचूक निरीक्षणे करण्यात आणि ती तंतोतंत बरोबर नोंदवता येतील अशी साधनं तयार करण्यात गेला.

एक दशकाहून अधिक काळ टायकोने आपल्या सहकाऱ्यांच्या गटासह प्रचंड काम केले. त्यांनी जमा केलेल्या नोंदी भविष्यात अनेक खगोलतज्ज्ञांना विश्वासार्ह माहितीचा स्रोत म्हणून उपयोगी पडल्या.



टायकोने पुढे कामात मदत करायला एका तरुणाला आमंत्रित केले. त्याचे नाव योहान केप्लर. त्यांच्या एकत्रित कामामुळे भविष्यात खगोलशास्त्रावर फार मोठा प्रभाव पडला.

टायकोने जमा केलेल्या माहितीच्या आधारावरच केप्लरने आपले ग्रहांच्या गतीसंबंधीचे नियम बनवले.

केप्लरच्या या कामामुळे सूर्यकेंद्री विश्वाचे चित्र लोकांच्या मनात कायमस्वरूपी प्रस्थापित झाले.

टायकोचा वारसदार असलेल्या योहान केप्लरला ग्रह-गतींच्या रचनाकृती मांडत राहणे पुरेसे वाटत नसे.

ग्रहांच्या गतींचं केवळ वर्णन करून माझं समाधान होत नाही.

तुला आणखी काय करावंसं वाटतं योहान?

ग्रह असे का फिरतात, कोणती शक्ती त्यांना त्यांच्या मार्गावर ठेवते, हे मला जाणून घ्यायचंय.

ते देवाच्या इच्छेप्रमाणे फिरतात ना?

त्याला असं म्हणायचंय का, ग्रहगोलांची गती फक्त भौमितिक नसून त्यात भौतिकशास्त्रसुद्धा आहे?

दुर्दैवाने, भौतिकशास्त्राचा पाया असलेली ग्रहांच्या गतीची केप्लरची कल्पना नेहमी अस्पष्टच राहिली. आपल्या आजच्या ज्ञानामुळे ती चुकीचीच होती, असे आपण म्हणू शकतो.

सूर्य चुंबकीय शक्ती बाहेर टाकतो. त्यामुळे ग्रह फिरत राहतात. त्या शक्तीचा अभाव असेल तर ते तात्काळ थांबतील.

हे फारच मनोरंजक आहे.

आणि किती अद्भुत!

केप्लरने मांडलेला ग्रह-गतींचा सिद्धांत केवळ अपूर्व होता. १७व्या शतकाच्या सुरुवातीला केप्लरने तीन नवे नियम जगासमोर आणले.

'केप्लरचे नियम' या नावाने ते प्रचलित आहेत.

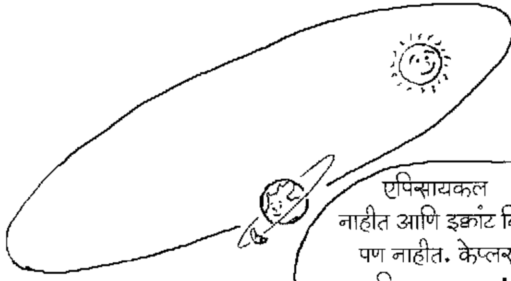
त्यापुढील दशकांमध्ये मांडल्या गेलेल्या; भौतिकशास्त्रावर आधारित असलेल्या पहिल्या अचूक सिद्धांतासाठी हे नियम पायाभूत माहिती म्हणून उपयुक्त ठरले.

योहान केप्लर (१५७१-१६६०)



याचा जन्म जर्मनीमधील. तो गणित, खगोल आणि ज्योतिषशास्त्रात तज्ज्ञ होता. ग्रहगती नियंत्रित करणाऱ्या नियमांच्या शोधासाठी तो विख्यात होता. खगोलशास्त्राला तो तारकीय विश्वातील भौतिकशास्त्र मानत असे आणि जगाला कोपर्निकसच्या सिद्धांतांवर नव्याने विचार करायला लावण्यात त्याची महत्त्वाची भूमिका होती.

ग्रह-गतींचे वर्णन करणाऱ्या एपिसायकल्सच्या गुंतागुंतीच्या यंत्रणेऐवजी फक्त एका साध्या लंबवर्तुळाकार मार्गाची योजना करून त्याने आपल्या अलौकिक बुद्धिमत्तेचा ठसा उमटवला.



एपिसायकल नाहीत आणि इक्वांट बिंदू पण नाहीत. केप्लर बुद्धिमान खराच!

हो ना, हे कमालीचं सोपं, तरीही किती अचूक आहे!

केप्लरच्या कक्षीय रचना अतिशय सोप्या आणि निखालसपणे अचूक होत्या. 'लंबवर्तुळाकार कक्षा' हा केप्लरचा पहिला नियम.

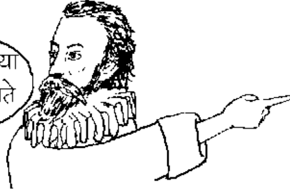
यातला गमतीचा भाग म्हणजे, केप्लरला सहज उपलब्ध असलेल्या टायकोच्या निरीक्षणांची, या शोधात महत्त्वाची भूमिका होती. या निरीक्षणांच्या अचूकपणामुळेच केप्लरला एपिसायकल आधारित रचनांमधील चुकांची खात्री पटली. म्हणून त्याने दुसऱ्या पर्यायांचा शोध घेतला. (आणि लंबगोल निवडले.)

छे! दुसरी कोणती शक्यताच नाहीये.



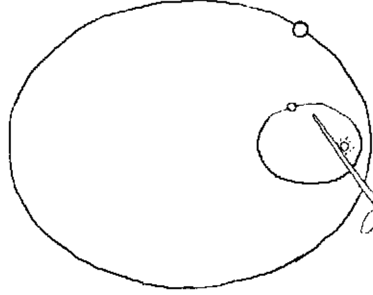
दुर्बिणीशिवाय नुसत्या डोळ्यांनी केलेल्या नोंदींमध्ये टायकोच्या नोंदी या सर्वोत्कृष्ट होत्या. मात्र पुढील दशकांत दुर्बिणीच्या साहाय्याने केलेल्या नोंदी अधिक अचूक होत्या. केप्लरला जर दुर्बीण मिळाली असती तर ग्रहांच्या कक्षा पूर्णपणे लंबवर्तुळाकार नसतात हे त्याच्या तेव्हाच लक्षात आले असते. पण ठाम निर्णयाप्रत येण्यासाठी त्या काळात टायकोची निरीक्षणेच त्याच्यासाठी उपलब्ध होती.

पहिला नियम ग्रहांच्या भ्रमणमार्गाविषयी होता तर दुसऱ्यात त्यांच्या बदलत्या गतीचे विवेचन होते.



या नियमानुसार एका बिंदूवरील ग्रहाचा वेग जर माहीत असेल तर दुसऱ्या कोणत्याही बिंदूवरील वेग आपल्याला मिळू शकतो.

पहिले दोन नियम प्रभावी होतेच पण तिसऱ्या नियमाने मात्र कहरच केला. ग्रहांच्या कक्षांचा आकार आणि त्यांना सूर्य प्रदक्षिणेला लागणारा वेळ यांच्यातील एक अत्यंत सोपा संबंध या नियमाने दाखवून दिला.



सूर्य प्रदक्षिणेसाठी ग्रहाला लागणारा वेळ (क्ष) आणि त्याने एका प्रदक्षिणेत कापलेले अंतर (य) यांचा संबंध एखाद्या गोळ्याच्या क्षेत्रफळ आणि घनफळासारखाच आहे.

या गणितानुसार - क्ष² / य³ = स्थिरांक (कॉन्स्टंट)

उदाहरणार्थ, एखाद्या ग्रहाची कक्षा दुसऱ्या ग्रहापेक्षा चारपट मोठी असेल तर त्या ग्रहाला आठपट जास्त वेळ फेरी पूर्ण करायला लागेल.

केप्लरच्या लंबवर्तुळाकृती रचना आणि उपलब्ध माहिती पूर्णपणे जुळत होती, हे महत्त्वाचे! एकीकडे टॉलेमीने ताऱ्यांच्या जगताचा शोध सुरू केला होता आणि त्याच वेळी केप्लर काही ठाम निर्णयांप्रत येऊन पोहोचला. केप्लरच्या सिद्धांतांमुळे संशोधनाचा एक कालखंड संपून दुसरा सुरू झाला.

सर्व ग्रहांना केप्लरचे नियम सारखेच लागू होत होते ही त्यातली उल्लेखनीय बाब (अर्थात चंद्र सोडून)! त्या नियमांमध्ये काहीतरी खूपच मूलभूत नक्कीच होते. केप्लरने फक्त ग्रहांच्या गतीचे वर्णनच केले नाही तर या गतींचे मर्मच उलगडून दाखवले. केप्लरच्या नियमांचा सखोल अभ्यास या विश्वाच्या यंत्रणेवर प्रकाश टाकू शकला असता का?

आणि नेमके तसेच घडले.
केप्लरचे नियम, त्याला गॅलिलिओच्या दुर्बिणीचे साहाय्य व न्यूटनच्या गणिती समीकरणांची ताकद वापरून अवकाशातील भौतिकशास्त्राच्या नव्या युगाची नांदी झाली.

१७ वे शतक हा खगोलशास्त्राच्या इतिहासातला सर्वांत खळबळजनक काळ होता.

सुरुवातीपासूनच केप्लर कोपर्निकसच्या विश्वाच्या रचनांचे चित्र कळकळीने पुढे मांडत असे. पण सूर्यकेंद्रित रचना पुनरुज्जीवित करायला त्याच्या लंबवर्तुळाकार कक्षांचा काहीच उपयोग झाला नाही. कोपर्निकसच्या सिद्धांतांच्या बाबतीत टायकोने जे म्हटले होते तेच केप्लरच्या नियमांबाबतही होऊ शकले असते. सूर्य (सर्व ग्रहांच्या समूहाबरोबर) पृथ्वीभोवती फिरतो हे तत्त्व लंबवर्तुळाकार कक्षांवर आधारित खगोलशास्त्रातही कायम होते.

नशीब म्हणजे चंद्र केप्लरचा नियम पाळत नव्हता. तो काही इतर ग्रहांप्रमाणे सूर्याभोवती फिरत नाही, म्हणून तो वेगळा वागतो असे केप्लरचे स्पष्टीकरण होते. पण जर टायकोची रचना खरी मानली तर सूर्य (जो पृथ्वीभोवती फिरतो) चंद्रासारखा वागायला हवा होता, ते सोडून तो त्याच्याभोवती फिरणाऱ्या ग्रहांसारखा कसा वागतो? खरेतर केप्लरला इथेच भक्कम मुद्दा सापडत होता.

पण गॅलिलिओने सातत्याने केलेले प्रयत्न व त्यानंतर उदयास आलेले न्यूटनचे भौतिक सिद्धांत यामुळे पृथ्वीकेंद्रित विश्वाच्या कल्पनेचा कायमचा अस्त झाला.

सूर्याऐवजी पृथ्वीला केंद्रस्थानी मानणे, एवढी एक गोष्ट वगळली तर केप्लरचे लंबवर्तुळात्मक खगोलशास्त्र हे 'खरे खगोलशास्त्र' (The Astronomy) मानले गेले. त्यामुळे भूतकाळातले सगळे सिद्धांत झाकोळले गेले.

दुर्बिणीचा शोध गॅलिलिओने लावला हा एक सार्वत्रिक गैरसमज.



जसे कोपर्निकसला सूर्यकेंद्रित सिद्धांतासाठी ओळखले जाते, त्यातलाच हा प्रकार. ज्याप्रमाणे प्रत्यक्षात सूर्यकेंद्रित विश्वाची कल्पना १००० वर्षांपूर्वीपासूनच बोलली जात होती. परंतु पूर्ण विस्तारित स्वरूपातला सिद्धांत प्रथमच मांडण्याचे श्रेय मात्र कोपर्निकसलाच जाते. तसेच गॅलिलिओचे आहे.

लांबच्या गोष्टी ज्यातून जवळ भासू शकतात अशा साधनाची माहिती जेव्हा गॅलिलिओला कळली तेव्हा त्याने वेळ दवडला नाही.



तो खगोलशास्त्रातील दुर्बिणीच्या वापरात निष्णात झाला. आणि आयुष्यभर तिच्यात सुधारणा करत राहिला. त्यातूनच त्याने अनेक अपूर्व तारकीय घटनांचा वेध घेतला; ज्या तोपर्यंत मानवाने कधीच पाहिल्या नव्हत्या.

निरीक्षणात्मक खगोलशास्त्रात गॅलिलिओ आणि त्याच्या दुर्बिणीने क्रांती घडवली.

गॅलिलिओ गॅलेली
(इ. स. १५६४-१६४२)



याचा जन्म इटलीमधला. दुर्बिणीच्या वापरात तो अग्रगण्य होता. आतापर्यंत नुसत्या डोळ्यांना न दिसणाऱ्या आकाशातील अनेक गोष्टी त्याने शोधल्या. कोणी कधीही न पाहिलेल्या गोष्टी त्याने पाहिल्या. कोपर्निकसच्या सूर्यकेंद्री कल्पनेला गॅलिलिओने पुनरुज्जीवित केले. प्रत्यक्ष तत्त्व मांडणारा तो पहिलाच होता. गतीशास्त्राचा पद्धतशीर अभ्यास त्याने सुरू केला. त्याला आधुनिक भौतिकशास्त्राचा व निरीक्षणात्मक खगोलशास्त्राचा जनक घोषित केले आहे.

गॅलिलिओचा सिद्धांत चर्चच्या प्रस्थापित शिकवणुकीच्या विरोधात गेला. त्यामुळे त्याची शेवटची काही वर्षे नजरकैदेत व्यतीत झाली.

हा नवा शोध त्याने घरी आणला. त्याचा अभ्यास केला. त्यात अनेक सुधारणा केल्या.



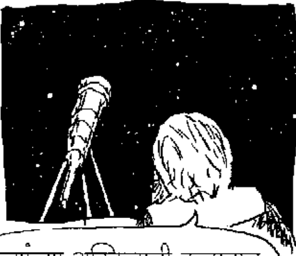
आणि आकाश निरीक्षण सुरू केले.

दुर्बिणीमुळे त्याला जे उलगडले त्यामुळे खगोलशास्त्राला नवा मार्ग सापडला.

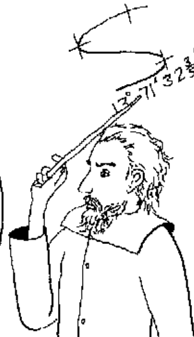




दुर्बिणीमुळे दोन गोष्टी घडल्या. पहिली म्हणजे -



आणि दुसरी म्हणजे - अनेक तपशील (बारकावे) दाखवण्याची दुर्बिणीची क्षमता.



जे केप्लरच्या शोधांमुळे खगोलशास्त्रात झाले तेच गॅलिलिओच्या दुर्बिणीने निरीक्षणात्मक खगोलशास्त्रात घडले.

गॅलिलिओने शोधलेल्या अनेक गोष्टींपैकी एक म्हणजे आकाशातले असंख्य धूसर तारे, जे नुसत्या डोळ्यांना दिसूच शकत नाहीत.



दुर्बिणीमुळे ग्रह मोठे तर दिसत. तारे जास्त तेजस्वी दिसत. पण त्यांचा ठिपक्यासारखा आकार मात्र बदलत नसे.



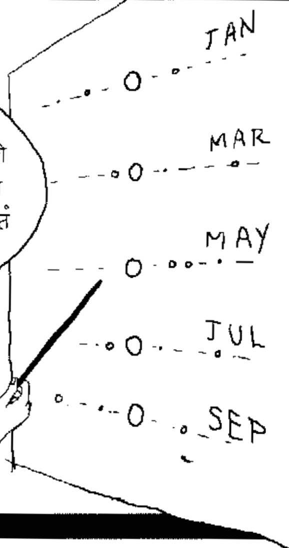
गॅलिलिओ त्याच्या समकालीन केप्लरप्रमाणेच, कोपर्निकसच्या रचनेचा आग्रही पुरस्कर्ता होता. त्याच्या दुर्बिणीवर आधारित शोधांमुळे सूर्यकेंद्री सिद्धांताचे पुनरुज्जीवन व्हायला मदत झाली.

त्याचा सर्वांत खळबळजनक शोध म्हणजे गुरूचे चंद्र. गुरूच्या मागोमाग जाणाऱ्या तीन ताऱ्यांचे तो महिनोंमहिने बारकाईने निरीक्षण करत होता.









खरेच. पृथ्वीचे काय एवढे? तिला तर एकच चंद्र होता. गुरूला मात्र अनेक होते. या पुराव्यामुळे कोपर्निकसच्या सिद्धांतांना पुष्टी मिळाली.

गॅलिलिओने अनेक मनोरंजक गोष्टी पाहिल्या.

शुक्राला चंद्रासारख्या कला असतात.

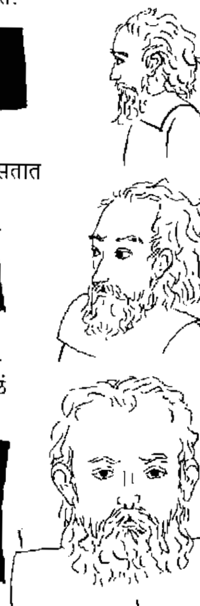


शनीला पंख असतात, ते कधी दिसतात तर कधी नाही.



चंद्र म्हणजे गुळगुळीत चेंडू नाही. त्याच्या पृष्ठभागावर अनेक टेंगळं आणि खड्डे आहेत.





गॅलिलिओच्या खळबळजनक शोधांमुळे खगोलशास्त्रज्ञ खडबडून जागे झाले आणि कामाला लागले. आता त्यांना स्वर्गही शोधायचा होता.



दुर्बीण लोकप्रिय झाली. निरीक्षणात्मक खगोलशास्त्रासाठी ती अनिवार्य ठरली.

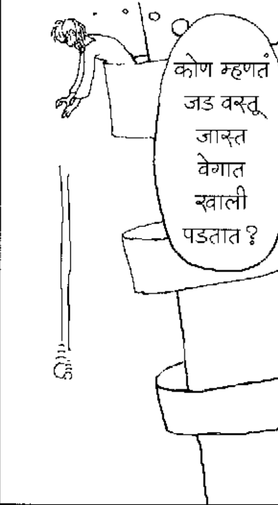
इतक्या शतकांनंतर आज या साधनाची खूपच प्रगती झाली आहे. आणि गॅलिलिओच्या काळात होती तशीच तिची महती आजही आहे.



सूर्यकेंद्री विश्वाचा सिद्धांत सिद्ध करण्यासाठी केवळ भौमितिक पद्धतींचा वापर पुरेसा नव्हता, म्हणून गॅलिलिओने गतीशास्त्राचा पद्धतशीर अभ्यास सुरू केला.



त्याने प्रयोग केले...



...आणि आपले निष्कर्ष काढले.

समान (एकसारखी) गती ही वस्तूंची नैसर्गिक अवस्था आहे. त्यांना समगतीने जात राहण्यासाठी कोणत्याही बाह्य साधनाची अथवा बलाची गरज नसते.

वस्तूंची स्थिर स्थिती ही समगतीची विशेष बाब आहे. जडत्वामुळे वस्तू स्थिर राहतात व जडत्वामुळेच गतिमान वस्तूंची गती कायम राहते. आणि त्या स्वतःहून स्थिर होऊ शकत नाहीत.

त्याच्या कल्पना मूलगामी होत्या.

हालचालीतील बदलासाठी (म्हणजे स्थिर वस्तू गतिमान करणे अथवा, आधीच गती प्राप्त झालेली वस्तू थांबवणे) बाह्य शक्ती (बलं) आवश्यक असते.

तुम्ही जर समान गतीने प्रचंड वेगात प्रवास करत असाल तर तुम्हांला वेग जाणवणार नाही, पण अचानक वेग कमी किंवा जास्त केलात तर गतीची जाणीव लगेच होईल.

लिफ्टमधून जाणाऱ्या कोणालाही याचा अनुभव येतच असतो.



कोपर्निकसच्या वैश्विक रचनांचा खरेपणा सिद्ध करण्यासाठी गॅलिलिओच्या भौतिक सिद्धांतांचा उपयोग झाला.

गॅलिलिओच्या म्हणण्यात नक्कीच तथ्य आहे.

हो ना. आणि जर गॅलिलिओ बरोबर असेल तर कोपर्निकससुद्धा बरोबरच असणार.

गॅलिलिओच्या गतीविषयीच्या कल्पनांच्या पायावरच पुढे भौतिकशास्त्राचे सिद्धांत विकसित झाले.

त्वरण हे लावलेल्या बलाच्या प्रमाणात असतं.

गुरुत्वाकर्षण हे त्वरणापासून वेगळं करता येत नाही.

गॅलिलिओने निरीक्षण आणि तर्क याच्या भक्कम पायावर त्याच्या विश्वाबद्दलच्या कल्पना तयार केल्या. त्याचा मूलगामी सिद्धांत विद्यमान कल्पनांच्या, विशेषतः पवित्र ग्रंथांच्या विरोधात होता. त्यामुळे चर्चला त्याची भीती वाटत होती.

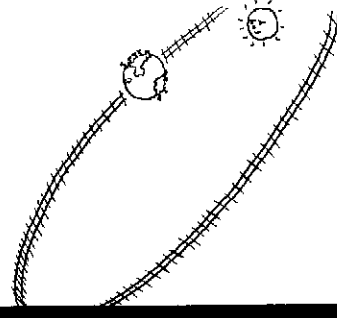
गॅलिलिओला तुरुंगात टाकण्यात आले. त्याच्या लिखाणावर बंदी घालण्यात आली. आयुष्याची शेवटची वर्षे त्याने नजरकैदेत घालवली.

गॅलिलिओच्या वैचारिक पातळीला पोहोचायला चर्चला जवळजवळ ४०० वर्षे लागली.

१९९२ साली पोप जॉन पॉलने चर्चच्या वतीने गॅलिलिओचे प्रकरण ज्या पद्धतीने हाताळले त्याबद्दल माफी मागितली. त्याने जाहीरपणे मान्य केले की पृथ्वी स्थिर नाही.

ग्रहांच्या गतींचा अभ्यास ताऱ्यांच्या भौतिकशास्त्राच्या दृष्टीने करा असे केप्लर खगोलशास्त्रज्ञांना सांगत असे. गॅलिलिओला गतीची मूलभूत तत्त्वे समजली होती, पण ग्रहांच्या कक्षांशी त्यांचा संबंध कसा जोडावा हे मात्र कोणाच्या लक्षात येत नव्हते.





रॉबर्ट हुक याने प्रथम योग्य स्पष्टीकरण दिले.

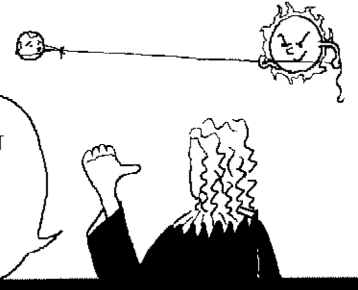


हुकचे तर्क बिनतोड असत, पण गणिती ज्ञानाच्या अभावामुळे या तर्कांना तो शास्त्रीय सिद्धांताचे रूप देऊ शकला नाही.





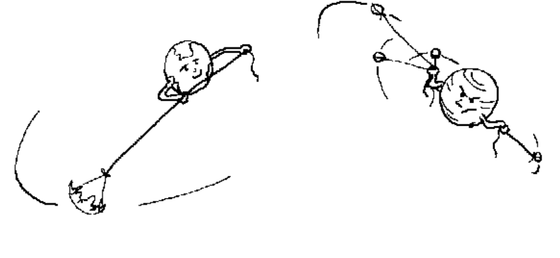
खरेतर हुकनेच प्रथम गुरुत्वाकर्षण ओळखले...



...आणि अवकाशातील ग्रहगोलांच्या यंत्रणेत गुरुत्वाकर्षणाची असलेली भूमिकादेखील.









हुक असेही म्हणाला की लांबच्या वस्तूंच्या तुलनेत जवळच्या वस्तूंवर गुरुत्वाकर्षणाचा प्रभाव जास्त असतो. त्यामुळेच, सूर्यापासून लांब असणाऱ्या ग्रहांच्या तुलनेत जवळचे ग्रह वेगात फिरतात.

हुकच्या कल्पना पटणाऱ्या होत्या, फक्त त्या कल्पनांना गणिती आधार नव्हता. नशिबाने न्यूटन हा गणितज्ज्ञ याच धर्तीवर विचार करत होता. कालांतराने न्यूटनने अवकाशातील भौतिकशास्त्राची मीमांसा करणारे गणिती सिद्धांत मांडले व त्याला निर्णायक रूप दिले.

गॅलिलिओ व रॉबर्ट हुक यांनी खगोलशास्त्रात केलेले काम आश्वासक होते. पण त्यामुळे अंतराळातील ग्रहगोलांच्या भ्रमणाविषयीची पूर्ण समज येऊ शकली नाही.

केप्लरच्या संशोधनांमुळे निर्माण झालेले वादळ दर्जेदार गणिती स्पष्टीकरणांशिवाय शमू शकले नाही. आता केप्लरचे नियम गणिती अचूकतेने सिद्ध करणाऱ्या भौमितिक सिद्धांतांची गरज होती.

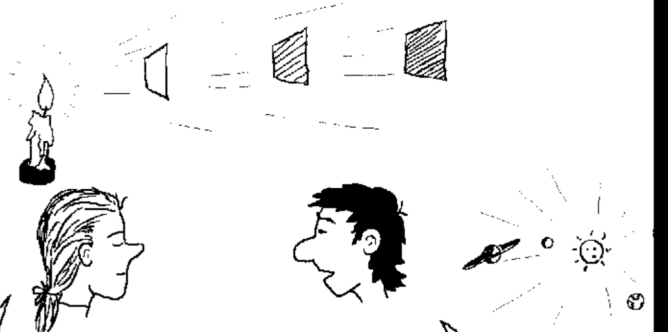
याचे श्रेय आयझॅक न्यूटनला जाते. त्याने केवळ अशा सिद्धांतांच्या सूक्ष्म बारकाव्यांचा अभ्यास केला असे नाही तर त्याला आवश्यक असे गणितही शोधले.

हुकला आंतरिक जाणिवेतून असे वाटत असे की सूर्यापासून आणखी लांब जात राहिले तर गुरुत्वाकर्षणाची ओढ हळूहळू कमी होत जाईल. मग सूर्यापासूनचे अंतर आणि गुरुत्वाकर्षणाची ओढ यामधील अचूक नाते नक्की काय आहे? अजून ते एक रहस्यच होते.

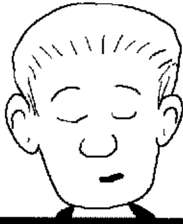
कालांतराने असे लक्षात आले की गुरुत्वाकर्षण हे व्यस्त-वर्गाच्या नियमानुसार असते. या नियमाप्रमाणे गुरुत्वाकर्षणाची ताकद उगमापासून असणाऱ्या अंतराच्या वर्गाच्या प्रमाणात कमी होत जाते.



व्यस्त-वर्ग नियम सहज पटण्यासारखा होता.



खरा प्रश्न असा होता की गुरुत्वाकर्षणांच्या व्यस्त-वर्ग नियमामुळे लंबवर्तुळ कक्षा निर्माण होऊ शकतात का?



रॉबर्ट हुकने दावा केला की गुरुत्वाकर्षणाच्या व्यस्त-वर्ग नियमामुळे लंबवर्तुळाकार कक्षा निर्माण होऊ शकतात. पण त्यासाठी त्याने कोणताही पुरावा दिला नाही.



सरते शेवटी हुक आयझॅक न्यूटनकडे चर्चेसाठी गेला. एव्हाना न्यूटन नामांकित गणितज्ज्ञ म्हणून मान्यता पावलेला होता. दुर्दैवाने या भेटीचे पर्यवसान वादात झाले.





न्यूटन खूपच अपमानित झाला. त्यामुळे त्याने या विषयाचा खोलवर अभ्यास सुरू केला.



हुकशी झालेल्या भेटीनंतर न्यूटनने गुरुत्वाकर्षणाचे नियम मांडले. पण त्याचे निष्कर्ष उघडच केले नाहीत.



सुदैवाने त्याच काळात रॉयल सोसायटीचा तरुण सभासद एडमंड हॅले हासुद्धा अवकाशातील ग्रहगोलांच्या गतीचे भौतिक सिद्धांत या विषयात खूपच रस घेत होता.

हुकने त्याच्या विधानांना पुष्टी देण्यासाठी कोणतेही गणिती तपशील न दिल्याने नाराज झालेला हॅले न्यूटनकडे गेला.



ही भेट अर्थातच परिणामकारक ठरली. काही दिवसांनंतर न्यूटनने हॅलेला आपल्या गणिती सिद्धांतांचे तपशील असलेले पत्र लिहिले. हॅले खूपच उत्साहित झाला.



न्यूटनच्या पत्रात हॅलेच्या कल्पनेपेक्षा जास्त उकल होती, व्यस्त-वर्ग नियम गृहीत धरून न्यूटनचे ग्रहांच्या कक्षा लंबगोल (केप्लरचा पहिला नियम) असून त्यांचा वेग केप्लरच्या दुसऱ्या नियमाप्रमाणे बदलता असतो आणि कक्षीय आवृत्तिकाल तिसऱ्या नियमाप्रमाणे असतो असे दाखवून दिले होते.

आयझॅक न्यूटन (इ. स. १६४३-१७२७)



याचा जन्म इंग्लंडमधील. कॅलक्युलस या गणिती शाखेचा शोध हे, शास्त्र जगताला त्याने दिलेले सर्वात मोठे योगदान आहे. (कॅलक्युलसच्या शोधात लेबेनिट्झ या शास्त्रज्ञाचाही वाटा होता असा दावा केला जातो. हा वाद अजून चालूच आहे.)

त्याने गतिशास्त्रविषयक (dynamics) सिद्धांत मांडले ज्यामुळे भौतिकशास्त्राला भरीव व परिपक्व स्वरूप प्राप्त झाले. कॅलक्युलस व गतिशास्त्र वापरूनच खगोलशास्त्राचे पहिले भौतिक सिद्धांत तयार झाले.

त्याने प्रकाशकिरणांचा अभ्यास केला आणि परावर्तन प्रकारच्या दुर्बिणीचा शोध लावला. त्यालाच 'न्यूटोनियन टेलिस्कोप' असे म्हणतात.

न्यूटनच्या उत्तरामुळे दोन हजार वर्षांपासून चालत आलेले संभ्रमाचे अधिराज्य संपुष्टात आले. विश्वाचे सुस्पष्ट चित्र उदयाला येऊ लागले.
साध्या सरळ नियमावलीनुसार ग्रहगोलांची गती विशद करता येऊ लागली.



न्यूटनच्या सिद्धांतांचे महत्त्व जाणून हॅलेने ते प्रकाशित करण्याचा आग्रह धरला.

न्यूटन अचूकतेचा आग्रह धरणारा होता. अवहेलना व टीका सहन करावी लागू नये यासाठी त्याने अपरिपक्व साहित्य प्रकाशित करणे टाळले.



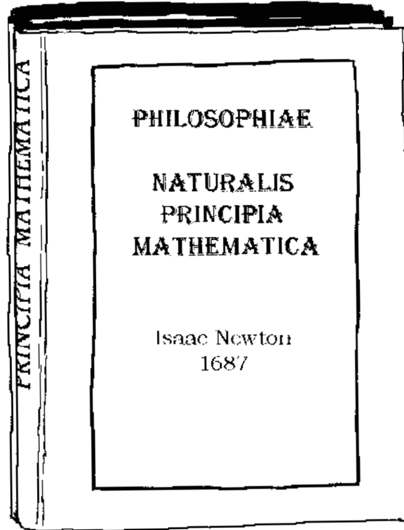
खूपच भरीला घातल्यावर शेवटी न्यूटन कबूल झाला व त्याने सिद्धांतांची प्रसिद्धीयोग्य प्रत तयार करण्याचे मनावर घेतले.



पुढील तीन वर्षे न्यूटनने यावर खूप परिश्रम घेतले आणि एक अत्युत्तम ग्रंथ तयार झाला. त्याचा हा ग्रंथ पुढील दोनशे वर्षांसाठी बायबल ठरणार होता.

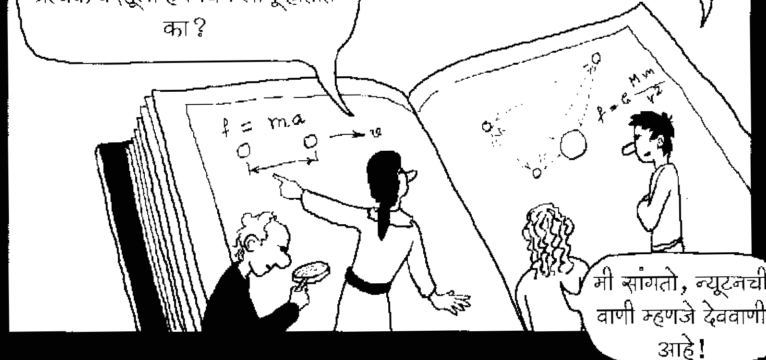


या तीन वर्षांत न्यूटनने मूळच्या नऊ पानी साहित्याचा विस्तार करून एक प्रभावी ग्रंथराज निर्मिला. त्याचे भारदस्त नाव - फिलॉसॉफीये नॅच्युरालिस प्रिंसिपिया मॅथेमॅटिका - नैसर्गिक गणिती सिद्धांतामागचे तत्त्वज्ञान.



प्रिंसिपिया (प्रिंकिपिया) मॅथेमॅटिका किंवा नुसता प्रिंसिपिया या नावाने तो ओळखला जातो. हा तीन खंडांत विस्तारलेला आहे.

थोड्याच काळात प्रिंसिपिया एक अनिवार्य ग्रंथ आणि त्याचा लेखक एक लीजंड ठरला.

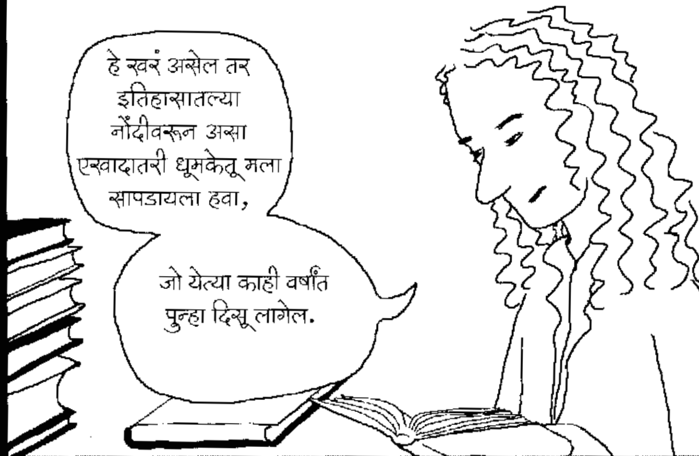


प्रिंसिपियात तीन गोष्टी सांगितल्या आहेत-

अ) वस्तूंच्या गती नियंत्रित करणारी मूलभूत तत्त्वे
ब) या विश्वातील प्रत्येक वस्तू दुसऱ्या वस्तूला कशी आकर्षित करते याची नेमकी माहिती
क) या दोन्हींचा एकत्रित विचार करून ग्रहांच्या भ्रमणाची कारणमीमांसा

पहिल्या दोन गोष्टी हुशारीच्या पण तुलनेने सोप्या होत्या. त्यामानाने ग्रहांच्या गती अचूक वर्तवणे हे क्लिष्ट गणिती काम होते. न्यूटनने याचाच श्रीगणेशा केला.









हॅलेने वर्तवल्याप्रमाणे हॅलेचा धूमकेतू दर ७६ वर्षांनी सूर्याजवळ येतो.

आजही हॅलेचा धूमकेतू सर्व जगाचे लक्ष वेधून घेतो. त्याचे आगमन लोकांना आकर्षित करते.

लक्षात ठेवा हॅलेच्या धूमकेतूची पुढची भेट २०६१ साली वर्तवली आहे.

प्रिंसिपियामध्ये सांगितलेले नियम फक्त ग्रहगोलांनाच नव्हे तर पृथ्वीवरच्या सर्व वस्तूंनाही लागू होत असत.



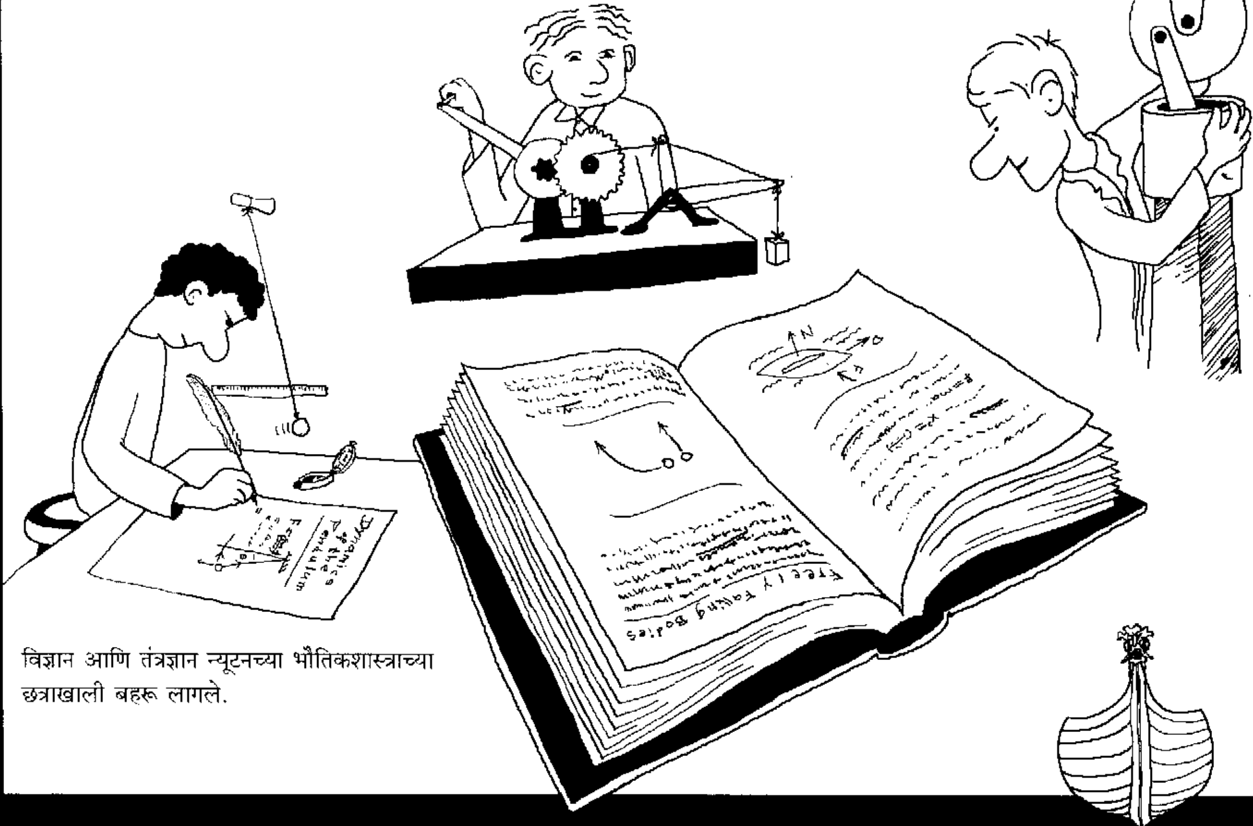


लवकरच शास्त्रज्ञांनी आजूबाजूला घडणाऱ्या नैसर्गिक घटना न्यूटनच्या गतीविषयक नियमांच्या आधारे तपासून पाहायला सुरुवात केली.



आणि काय आश्चर्य! ते जे काही शोधत ते सर्व प्रिंसिपियाच्या चौकटीत बसत होते.

त्यामुळे ज्ञानाचा महापूर आला.



विज्ञान आणि तंत्रज्ञान न्यूटनच्या भौतिकशास्त्राच्या छत्राखाली बहरू लागले.

न्यूटनच्या भौतिकशास्त्राने २०० वर्षे भौतिकशास्त्राच्या विविध शाखांवर व अभियांत्रिकीवर अधिराज्य गाजवले. न्यूटनने निसर्गाची गुपिते उघड केली होती. आता लोक वैज्ञानिक पद्धतीने माहिती घेण्यावर विश्वास ठेवू लागले. यापुढे प्रगतीच्या रथाला विज्ञान आणि तंत्रज्ञानच शक्ती देत राहणार हे स्पष्ट झाले होते.

सूर्यमालेत ग्रहांची सूर्यापासूनची अंतरे नियमबद्ध पद्धतीने असलेली दिसतात. पण त्यात सुरुवातीच्या बुध, शुक्र, पृथ्वी, मंगळ या चार ग्रहांनंतर खूपच जास्त अंतरावर पुढचा गुरू हा ग्रह होता. या नियमबाह्य गोष्टीला काय उत्तर होते?

कदाचित गुरूच्या कक्षेच्या आत एखादा लहान ग्रह असू शकेल जो आपल्या दुर्बिणीतून सुटला असेल.

विश्वाचा निर्माता हुशार आहे. बाहेरचे मोठे ग्रह जर आतल्या लहान ग्रहांच्या जवळ असते तर ते आतल्या लहान ग्रहांच्या कक्षा सहज बदलू शकले असते.

काही लोकांची अशी कल्पना होती की ग्रहांच्या कक्षांच्या आकारानुसार एक क्रम असावा.

पृथ्वीच्या कक्षेचा १/१० भाग हे जर एकक मानलं तर बाकी ग्रहांच्या कक्षा साधारण पूर्णांकात येतात. चढत्या क्रमाने त्या ४,७,१०,१६,५२ आणि १०० अशा येत होत्या.

कमाल आहे! जर या मालिकेतील प्रत्येक पूर्णांकातून ४ वजा केले आणि ३ ने भागले तर एक नवाच क्रम मिळतो. ०,१,२,४,१६,३२.

असा सोपा क्रम नक्कीच योगायोगाने असू शकत नाही. खगोलशास्त्रज्ञांचा असा दृढ विश्वास होता की ०, १, २, ४, १६, ३२ या संख्यांच्या मालिकेतील फक्त न सापडणाऱ्या ८ या संख्येचा अपवाद वगळता, बाकी क्रम हा ग्रहांच्या कक्षांच्या आकाराच्या नियमानुसार असावा.

तुला काय म्हणायचंय? न सापडणारा क्रमांक म्हणजे आपल्या दृष्टीपथात तो ग्रह अजून आलेला नाही इतकंच!

निश्चितच. तो प्रथम कोणाला सापडतोय हाच खरा प्रश्न आहे.

१७८१ मध्ये विल्यम हर्षेल या हौशी खगोल निरीक्षकाने नवीन ग्रह शोधला. त्याला युरॅनस असे नाव दिले. गमतीचा भाग म्हणजे त्याची कक्षा जिथे हरवलेल्या ग्रहाचा शोध चालू होता त्या गुरूच्या कक्षेच्या आत नव्हती, तर शनीच्याही पलीकडे होती.

हा तो हरवलेला ग्रह नसला म्हणून काय झालं?

तोदेखील मालिकेत बसतोय. शनीच्या पुढे ६४ क्रमांकाशी तो सुसंगत आहे.

तत्त्वतः नव्याने सापडलेला ग्रह युरॅनस, याच्या कक्षेचा आकार नियमात बसत होता हे निश्चितच उत्साहवर्धक होते. त्यामुळे हरवलेल्या मधल्या ग्रहाच्या शोधाला जोमाने सुरुवात झाली हे निश्चित.

१८०१ला इटालियन खगोलतज्ज्ञ ग्युसेपी पियाझीला हरवलेल्या ग्रहाच्या जागेत एक चिमुकली वस्तू फिरताना आढळली. आणखी तीन वस्तू त्याच जागेत पुढील काही वर्षांत आढळल्या.

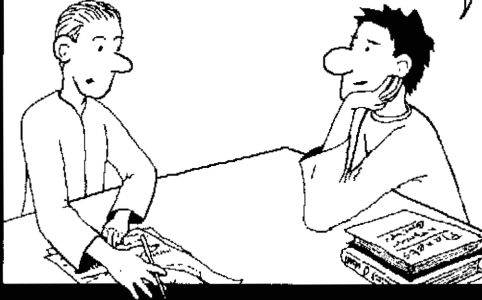
मला वाटतं हे तुकडे हरवलेल्या ग्रहाचेच असावेत. कोणत्यातरी वैश्विक अपघातात याचे तुकडे तुकडे झाले असावेत.

तसं असेल तर असे बरेच तुकडे असतील. त्यांना न्यूनग्रह (ॲस्टेरॉईड्स) म्हणू या.

१८९१ पर्यंत ३००हून अधिक न्यूनग्रह सापडले. हे सर्व हरवलेल्या ग्रहाच्या कक्षेत फिरत होते. जी आठ या क्रमांकाशी सुसंगत होती.

आजही नक्की कुणालाच न्यूनग्रहांचा उगम माहीत नाही. गुरूच्या विघातक ओढीमुळे या तुकड्यांचा ग्रह तयार होऊ शकला नसावा; असा एक सिद्धांत मोठ्या प्रमाणावर मान्यता पावलेला आहे.

परंतु युरॅनसचे भ्रमण कोड्यात टाकणारे होते.



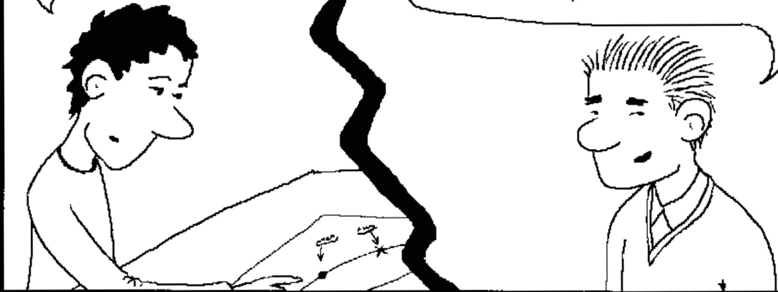
खरोखर सूर्यमालेच्या टोकाला न्यूटनचे सिद्धांत लागू पडतात का, असा नवा प्रश्न आता निर्माण झाला.



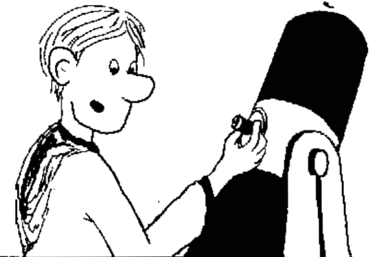
१८४० मध्ये जॉन कोच अ‍ॅडॅम्स आणि उर्बेन ली वेरीअर या दोन हुशार गणितज्ज्ञांनी स्वतंत्रपणे अभ्यास सुरू केला.



न्यूटनचे सिद्धांत बरोबर आहेत असे गृहीत धरून या दोन्ही गणितज्ज्ञांनी गणित करून अजून एका ग्रहाचा अंदाज वर्तवला.



१८४६ मध्ये ज्या ठिकाणी गणितज्ज्ञांनी ग्रहाचे अनुमान केले होते, बरोबर त्याच ठिकाणी एक नवा ग्रह सापडला.



नेप्च्यून (हे नवीन शोधलेल्या ग्रहाचे नाव होते) या ग्रहाचा शोध हा न्यूटनच्या सिद्धांताच्या सफलतेचा परमोच्च क्षण होता.



नेप्च्यूनचा शोध नाट्यपूर्ण होता. पण त्याचा युरॅनसच्या मार्गभ्रष्ट होण्याशी काही संबंध जोडता येत नव्हता. जी काही तफावत शिल्लक होती ती दुसऱ्या न पाहिलेल्या ग्रहाशी संबंधित असावी असे मानले जाऊ लागले.

साहजिकच खगोलतज्ज्ञ या नवव्या ग्रहाची सूर्यमालेतील जागा शोधू लागले. १९३० साली एक लहान गोल (चंद्राच्या १/५ आकाराचा) साधारण ज्या ठिकाणी अनुमान बांधले होते त्या ठिकाणी सापडला. त्याला प्लूटो असे नाव दिले.

आज आपल्याला माहीत आहे की युरॅनसचा मार्ग लक्षात येण्याइतपत बदलण्याएवढा, प्लूटो हा ग्रह मोठा नाही.

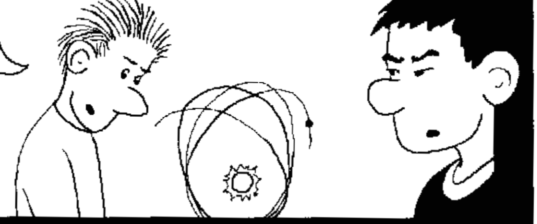
अनुमान केलेला मार्ग आणि प्रत्यक्षातला मार्ग यातील तफावत ही नेप्च्यूनच्या आकारमानाचा अंदाज चुकीचा असल्यामुळे होती. आश्चर्यकारक योगायोगाने चुकीच्या आकडेमोडीमुळे जिथे अनुमान केले होते त्या ठिकाणी प्लूटो सापडला.

प्लूटो ग्रह नसून नेप्च्यूनच्या पलीकडे फिरणाऱ्या अनेक लघुग्रहांपैकी एक आहे हे २००६ पासून सर्वमान्य झाले आहे.

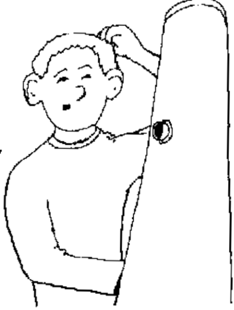
न्यूटनचे भौतिकशास्त्र चांगले २०० वर्षे प्रचलित होते.



नेप्च्यूनच्या शोधानंतर आणखी एका नेहमीपेक्षा वेगळ्या गोष्टीने खगोलतज्ज्ञांचे लक्ष वेधून घेतले. ते म्हणजे बुधाची कक्षा.

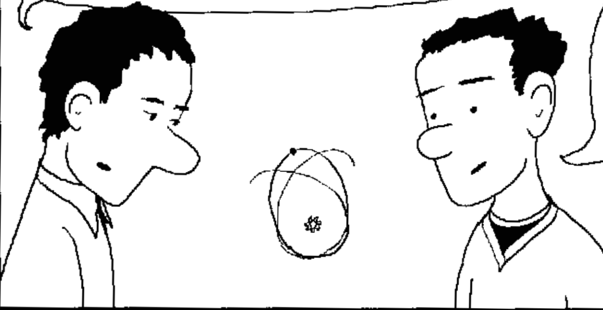


काही लोकांच्या कल्पनेप्रमाणे, चिमुकली कक्षा असणारा एखादा ग्रह असावा जो सूर्याच्या तेजामुळे दिसू शकत नव्हता. या काल्पनिक ग्रहाचे नाव व्हल्कन ठेवले होते.

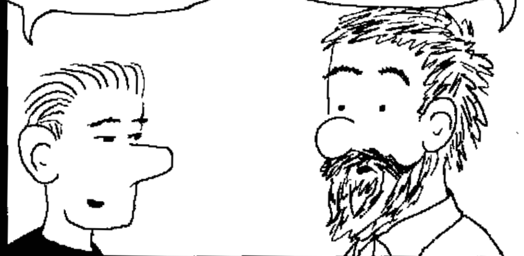


असे अनेक चुकीचे दावे नोंदले गेले. पडताळा मात्र आला नाही.

१९१५ मध्ये प्रसिद्ध जर्मन शास्त्रज्ञ अल्बर्ट आइनस्टाइन याने गुरुत्वाकर्षणाचा नवा व्यापक सापेक्षतेचा सिद्धांत मांडला. ही गुरुत्वाकर्षणाकडे पूर्णतः नव्या दृष्टीने बघणारी पद्धत होती. आइनस्टाइनच्या सिद्धांतानुसार न्यूटनचा खगोलशास्त्राचा सिद्धांत अंशतःच बरोबर होता.



आइनस्टाइनच्या व्यापक सापेक्षता सिद्धांतामुळे दुसरा ग्रह शोधण्याची गरज संपली. व्हल्कन काल्पनिकच राहिला.

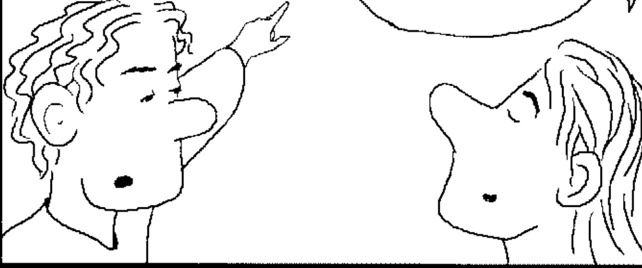


न्यूटनचे सिद्धांत अंशतःच बरोबर होते हे पचवायला जरा जडच होते. पण पुरावा ते मान्य करायला भागच पाडत होता. ह्याशिवाय आइनस्टाइनचा सिद्धांत मनोवेधक होता. त्याच्या मताप्रमाणे अवकाश व काळ (वेळ) हे एखाद्या वस्त्राप्रमाणे एकत्र विणलेले आहेत. गुरुत्वाकर्षण हे मुळी बल नव्हेच. अवकाश व काळ या वस्त्रामुळे निर्माण झालेला तो बलसदृश भ्रम आहे, जो मुक्तपणे भ्रमण करणाऱ्या वस्तूंचा मार्ग बदलतो.

त्याचा तात्त्विक वाद असा होता की अवकाश-काल याची वीण ही प्रकाशाचा मार्गसुद्धा बदलते. या घटनांना गुरुत्वाकर्षणाचे भिंग असे म्हणता येईल. ते काळजीपूर्वक तपासले असता आइनस्टाइनच्या गणिताशी बरोबर जुळत होते. हळूहळू व्यापक सापेक्षतेचा सिद्धांत हाच खगोलीय घटना समजण्यासाठी सर्वोत्तम सिद्धांत आहे हे मान्य झाले.

जवळजवळ एक शतक झाले तरी अजूनही आइनस्टाइनचा गुरुत्वाकर्षणाचा सिद्धांत घट्ट मुळे रोवून उभा आहे. अवकाशातील गती समजण्यासाठी अजूनही हा सिद्धांत सर्वोत्तम आहे.

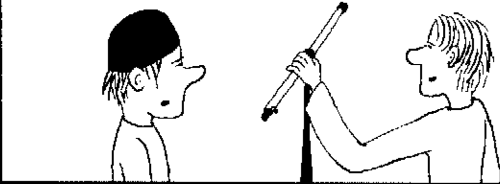
केप्लरने ग्रहांच्या कक्षांचे मूलभूत स्वरूप वर्णन केले. न्यूटनच्या गणिताने त्यात दडलेले भौतिक विज्ञान उलगडले.



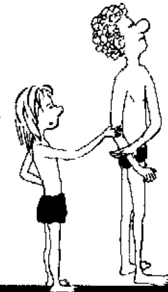
अगदी खगोलशास्त्राच्या इतिहासाच्या सुरुवातीपासून दोन गोष्टी फार काही बदलल्या नव्हत्या.



ताऱ्यांच्या ठरावीक मांडणीच्या पायावर ग्रहांचा संपूर्ण अभ्यास बेतलेला होता. पण तारे स्वतः मात्र मानवी मनात कुतूहल जागृत करू शकले नाहीत.



तारे पृथ्वीपासून किती दूर आहेत, हा स्वाभाविक प्रश्न निर्माण होई. पण त्याचा खरोखरच काही अंदाज नव्हता.



पृथ्वी आणि तारे यांमधील अंतर कळेल असे कोणतेही निरीक्षणात्मक पुरावे उपलब्ध नव्हते. खगोलतज्ज्ञ स्वतःचे अंदाज बांधत, अगदी काहीही.



कोपर्निकसच्या सूर्यकेंद्री विश्वाच्या सिद्धांतातून याला निश्चित दिशा मिळाली.

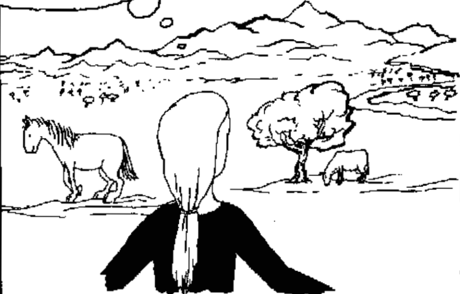


* पराशय म्हणजे काय...

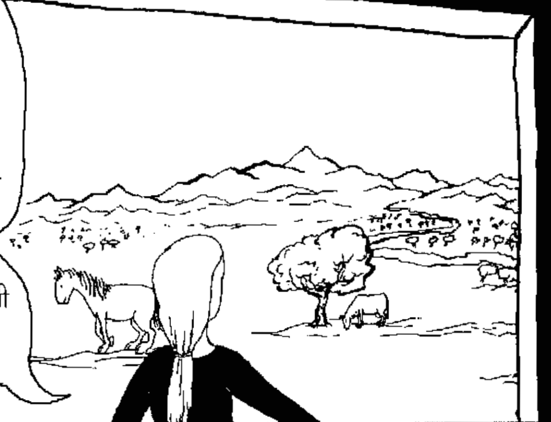
पराशय...

कधी खिडकीच्या चौकटीत दिसणारे दृश्य, तुम्ही डोके हलवल्यावर हलताना पाहिले आहे का?

पराशय हा जवळच्या आणि लांबच्या वस्तूंबाबत असतो. तुम्ही ज्या ठिकाणाहून बघता ती जागा बदलताच तुम्हांला दिसणारे दृश्य त्याची जागा बदलताना दिसते. हा बदल, वस्तूच्या तुमच्यापासून असलेल्या अंतरावरदेखील अवलंबून असतो.



खरोखरच हा दृष्टिभ्रम आहे. यालाच पराशय म्हणतात.



आपल्या दोन डोळ्यांना दोन वेगवेगळ्या प्रतिमा दिसतात कारण ते जगाकडे दोन वेगवेगळ्या ठिकाणांतून बघत असतात.

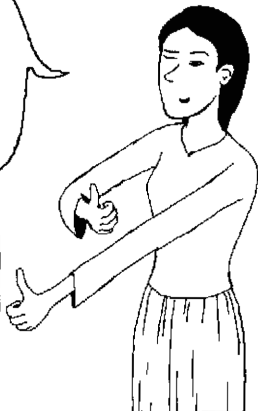


समोरील दृश्यातील काही वस्तूंची जागा बदललेली दिसते. दोन्ही डोळ्यांची आलटून पालटून उघडझाप करून किंवा डोकं डावी-उजवीकडे हलवून तोच परिणाम साधला जातो.

पराशय फार उपयुक्त आहे. वस्तूंच्या सापेक्ष स्थानातील बदलांमुळे आपल्यापासून त्या किती लांब आहेत हे कळू शकते.



तुमचे दोन्ही अंगठे तुमच्या नाकाच्या सरळ रेषेत धरा. एक नाकाजवळ आणि दुसरा लांब. डाव्या-उजव्या डोळ्याची आलटून पालटून उघडझाप करा.





आपल्या दोन्ही डोळ्यांत तयार होणाऱ्या प्रतिमांवर आपल्या मेंदूत प्रक्रिया होते व अंतराचा अंदाज बांधला जातो. दोन प्रतिमांच्या एकत्रीकरणाला 'द्विनेत्री दृष्टी' (स्टिरिओ-व्हिजन) म्हणतात. ज्यामुळे आपल्याला हे जग त्रिमित दिसू शकते.



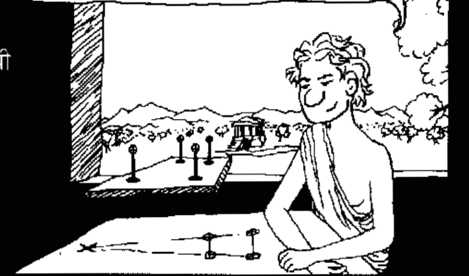
वरील चित्रातील दोन खिडक्यांच्या मधील एका बिंदूवर नजर केंद्रित करा. आता केंद्रबिंदू हळूहळू आपल्यापासून लांब न्या. एका विशिष्ट क्षणी तुम्हांला तीन खिडक्या दिसू लागतील. पहा बरे, मधल्या खिडकीत तुम्हांला काय दिसते?

आपली 'द्विनेत्री दृष्टी' जवळच्या वस्तूंच्या अंतराचा अंदाज बांधण्यासाठी उपयुक्त आहे. पण ती साधारण एक किलोमीटर अंतराच्या पलीकडील वस्तूंच्या अंतराचा अंदाज वर्तवू शकत नाही.



एक किलोमीटरपेक्षा लांब असणाऱ्या वस्तू आपल्या दोन्ही डोळ्यांना साधारण सारख्याच अंतरावर दिसतात.
१. फार तर आपण एवढेच सांगू शकतो की त्या वस्तू खूपच लांब आहेत.
२. अवकाशातील ग्रहगोलांची अंतरे कळण्यासाठी आपल्याला आपल्या द्विनेत्री दृष्टीचा उपयोग होत नाही.

पुरातनकाळी ग्रीकांनी भूमितीवर प्रभुत्व मिळवले होते. पराशयाचा वापर करून दूरवरची अंतरे ते मोजत असत.



ग्रीक लोक एखाद्या दृश्याचे, आपल्या डोळ्यांमध्ये असलेल्या अंतरापेक्षा खूपच जास्त अंतर असलेल्या दोन स्थानांवरून निरीक्षण करायचे. या प्रतिमांची तुलना करून ते द्विनेत्री दृष्टीच्या क्षमतेच्या पलीकडे असणाऱ्या वस्तूंच्या अंतराचा अंदाज बांधायचे.



दृश्य निरीक्षणासाठी निवडलेल्या दोन बिंदूंमध्ये अंतर जेवढे जास्त तेवढी जास्त दूरची अंतरे मोजता येत.

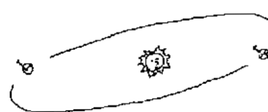


अंतराळातील अंतरे पराशय वापरून मोजायची असतील तर आपल्याला एकमेकांपासून हजारो कि. मी. लांब असणारी दोन ठिकाणे निरीक्षणासाठी निवडावी लागतील.

दोन निरीक्षणांची तुलना करा. एक संध्याकाळी उशिरा घेतलेले व दुसरे लवकर पहाटे घेतलेले. पृथ्वीच्या भ्रमणाने रात्रभरात तुम्हांला हजारो किलोमीटर लांबवर नेऊन पोचवले असेल.

काय भन्नाट कल्पना आहे! मग आता जर सहा महिन्यांच्या अवधीने घेतलेल्या निरीक्षणांची तुलना केली तर? पृथ्वीची सूर्याभोवतीची अर्धी फेरी तोपर्यंत झाली असेल.





याला **वार्षिक पराशय** म्हणतात. पूर्वी, जेव्हा पृथ्वीच्या कक्षेची लांबी माहीत नव्हती तेव्हा वार्षिक पराशयामुळे फक्त तुलनात्मक अंतरे कळत.

माझ्या गणितानुसार शनीची कक्षा पृथ्वीच्या नऊपट आहे. म्हणजेच १८ ए.यू.* कारण पृथ्वीची कक्षा २ ए.यू. आहे.

आणि २ ए.यू. एवढ्या प्रचंड अंतरावरूनसुद्धा तारकीय पराशय काही दिसलेला नाही!



आज आपल्याला माहीत आहे की तारकीय पराशय लक्षात येण्याइतकी काही पृथ्वीची कक्षा मोठी नाही.
तारे खरोखरच खूप दूर होते... तरी शोध चालूच राहिला.

*ए.यू. - खगोलीय एकक (ॲस्ट्रॉनॉमिकल युनिट). पान ४२ पहा.

* मिनिट म्हणजे अंशाचा साठावा भाग

अखेरीस एका चमत्कारिक खगोलीय घटनेमुळे खगोलशास्त्रज्ञांचे लक्ष ताऱ्यांकडे वेधले गेले.

काय तेजस्वी तारा आहे. शपथेवर सांगतो काल हा इथे नव्हता.

मला वाटत होतं हा चांदण्यांचा मंडप कधीच बदलत नाही.

एक तेजस्वी तारा टायकोला १५७२ मध्ये सापडला होता. त्याला त्याने 'नोव्हा' म्हणजे नवा तारा असे नाव दिले होते.

अरेच्या... तो नोव्हा कुठे गेला?

तो आला तसाच गेला असं दिसतंय.

पुढील दशकात अनेक नोव्हे (नोव्हाचे अनेकवचन) सापडले. त्यातले अनेक थोड्याच दिवसांत अदृश्य होत. काही मात्र दिसेनासे होत आणि पुन्हा दिसायला लागत.

खगोलशास्त्रज्ञांचे लक्ष या तारकीय घटनांकडे वेधले गेले. दुर्बिणीच्या नव्याने लागलेल्या शोधामुळे मोठाच फायदा झाला.

हे काहीतरी वेगळंच आहे. या ताऱ्यांचं तेज सारखं बदलतंय.

काहींचे तर खात्रीने.

खगोलशास्त्रज्ञांच्या नजरेतून या घटना कशा काय निसटल्या? एक तर कोणत्याही तेजस्वी ताऱ्यात बदल होत नव्हता. त्यामुळे दुर्बिणीचा शोध लागण्याआधी तेजस्वितेत होणारा बदल लक्षात येणे अवघडच होते. दुसरे म्हणजे टॉलेमीच्या काळापासून ताऱ्यांचा नकाशा कधीच बदलत नाही असे मानले जात होते. मग या न बदलणाऱ्या ताऱ्यांकडे डोळे लावून बसण्यात कशाला वेळ घालवायचा. नोव्हांमुळे मात्र सर्व काही बदलले. खगोलतज्ज्ञ परत ताऱ्यांच्या अभ्यासाकडे वळले.

आणि एकदा शास्त्रज्ञांनी अशा तारकीय घटना शोधायला सुरुवात केल्यावर त्यांना असे नोव्हे मुबलक प्रमाणात सापडले. अशा बदलणाऱ्या ताऱ्यांनी हे विश्व भरले होते.

काही तारे अकस्मात बदलायचे तर काही मात्र ठरावीक काळाने पुनःपुन्हा बदलत असायचे. तिथे सतत काहीतरी चालू होते. या तारकीय घटनांमुळे शास्त्रीय वर्तुळात उत्साह पसरला. अनेक खगोलतज्ज्ञांनी याचे स्पष्टीकरण देण्यासाठी वेगवेगळ्या शक्यता वर्तवल्या.

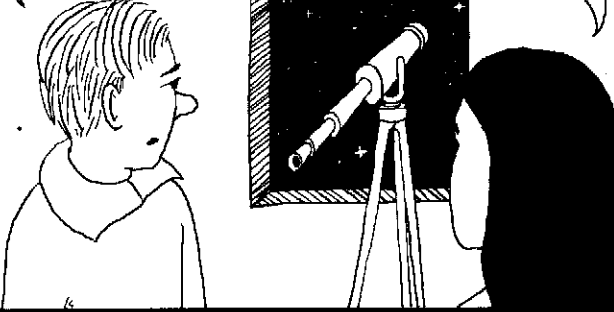
तारे आपल्या सूर्यासारखेच आहेत, फक्त खूपच दूर आहेत.

आणि कुठल्यातरी प्रकारच्या सौर डागांमुळे हे तारे कधीकधी मंदपणे चमकतात.

काही ताऱ्यांभोवती ग्रह फिरत असतील आणि त्यांना ठरावीक काळाने ग्रहणं लागत असतील.

लंबवर्तुळ कक्षा असणारे आणि एकमेकांभोवती फिरणारे असे दोन तारे मला सापडलेत.

तारकीय पराशयाचे निरीक्षण करून काहीच उपयोग नव्हता. मधल्या काळात इतर बाबतीत बराच विकास झाला.

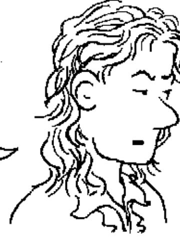


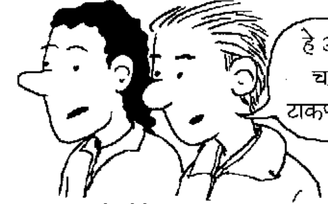
१८५०च्या मध्यात डच भौतिकतज्ज्ञ ख्रिस्टिआन हायगेन्सने पृथ्वी व व्याधतारा यांच्यामधील अंतराचे अनुमान काढले.



हायगेन्सच्या गृहितकांना काही पायाच नव्हता. आणि त्याची पद्धतसुद्धा अगदीच निराधार होती. पण त्याच्या अंदाजामुळे हे विश्व किती अवाढव्य आहे याची जाणीव मात्र लोकांना झाली.

अशाच गृहीतांच्या आधारे न्यूटननेसुद्धा व्याधाच्या अंतराचा अंदाज वर्तवला होता.





न्यूटनच्या जवळच्या समविचारी मित्रांना हे माहीत होते. तेसुद्धा आश्चर्यचकित झाले होते.

१६७१ मध्ये गियोवानी कॅसिनी या इटालियन-फ्रेंच खगोलशास्त्रज्ञाने पृथ्वी व मंगळ यांच्यातले अंतर शोधले.









१५० दशलक्ष कि. मी., २ अब्ज कि. मी. ही अंतरं, अगदी डोके चक्रावून टाकणारी होती.

जर आपला सूर्य ग्रह आणि सूर्यमालाच इतकी प्रचंड आहे, तर हा ताऱ्यांचा घुमट किती मोठा असेल! न्यूटनने हा तारका गोल जवळपास २,०००,०००,०००,०००,००० कि. मी. एवढा असावा असा अंदाज वर्तवला होता.

गृहीत धरल्यानुसार खरेच सगळ्या चांदण्या या आकाशाच्या घुमटाला चिकटलेल्या होत्या, की आपल्यापासून वेगवेगळ्या अंतरावर विखुरलेल्या होत्या? म्हणूनच लांबच्या चांदण्या फिक्कट दिसतात का? असं असेल तर हे विश्व नक्की आहे तरी किती मोठं...?

विश्व अवाढव्य आहे, हे कोणीही मान्य करेल. पण नक्की किती? ऐतिहासिक काळापासून लोकांचे वेगवेगळे समज होते.

हे जग प्रचंड आहे. त्याच्या अंतापर्यंत पोचायला १००० दिवस चालावं लागेल.

खरंच! मला असं सांगितलं गेलंय की पृथ्वी एक चेंडूसारखी आहे, आणि हे विश्व त्याच्या सर्व बाजूंनी लक्षावधी किलोमीटरपर्यंत पसरलेलं आहे.

आपली सूर्यमाला म्हणजे आकाश-गंगेतल्या धुळीच्या कणासारखी आहे ना?

आपल्या कल्पनेपेक्षा हे विश्व खूपच मोठे असावे असा निष्कर्ष लोकांनी इतिहासात अनेक वेळा काढला होता. तो निष्कर्ष प्रत्येक वेळेला त्यांच्या कल्पनेला आव्हानच ठरत होता.

सूर्य आपल्यापासून १५०,०००,००० कि.मी.वर आहे. म्हणजे नक्की किती लांब?

ते माझ्या विचारशक्तीच्या पलीकडचे आहे. मला कल्पना करता येत नाही. त्यातून मी शून्य मोजण्यात कच्चा आहे.

इतर अनेक भौतिक परिमाणांप्रमाणे, मोठी अंतरेही नेहमी वापरल्या जाणाऱ्या लांबीच्या एककांच्या भाषेतच सांगितली जायची.

हे बंदर खूपच विस्तीर्ण वाटतंय. या टोकापासून त्या टोकापर्यंत कमीतकमी ५००० हात तरी असावे.

कोलंबस, तू जहाजांच्या लांबीच्या पटीत का बोलत नाहीस रे?

अंतरं मोजण्याची एकके, ज्याची लांबी मोजायची असेल त्यानुसार बदलतात.

६० इंच? अशक्य!

...आणि ही पहा ७२ मीटर्स एवढी गगनचुंबी उंची!

दिल्ली अजून किती मैल आहे?

सूर्यमालेचा सूक्ष्म अभ्यास चालू असताना सूर्य व पृथ्वी यांच्यातले अंतर हे एक नैसर्गिक एकक म्हणून अंतर व्यक्त करण्यासाठी वापरले गेले. या अंतराला खगोलीय एकक (ॲस्ट्रॉनॉमिकल युनिट) ए.यू. असे म्हटले जाते.

तुला माहीत आहे, पृथ्वीच्या कक्षेचा व्यास २ ए.यू. आहे.

अहो मिस्टर, माहिती असलेल्या गोष्टी काय सांगताय? तुम्हांला माहिती आहे का, शनीची कक्षा १८ ए.यू. आहे.

Solar System

गमतीचा भाग म्हणजे, खगोलीय एककाचीच लांबी, ते वापरात आले तेव्हा माहिती नव्हती. सूर्यमालेतल्या अंतरांची गुणोत्तरे माहीत असल्यामुळे खगोलीय एककामुळे काम भागत होते. पुढे १६७२मध्ये ए.यू. ची प्रत्यक्षातली लांबी माहीत झाली. तेव्हापासून ए.यू. हे एकक सूर्यमालेशी जोडले गेले आहे.

बापरे बाप! एक ए.यू. म्हणजे १५०,०००,००० कि. मी. लांब! याचा अर्थ सूर्यमाला २,७००,०००,००० कि. मी. आहे.

खूपच मोठं अंतर आहे! पण तरीही फक्त १८ ए.यू.च आहे.*

*१७व्या शतकात सूर्यमाला शनीपर्यंतच मानलेली होती.

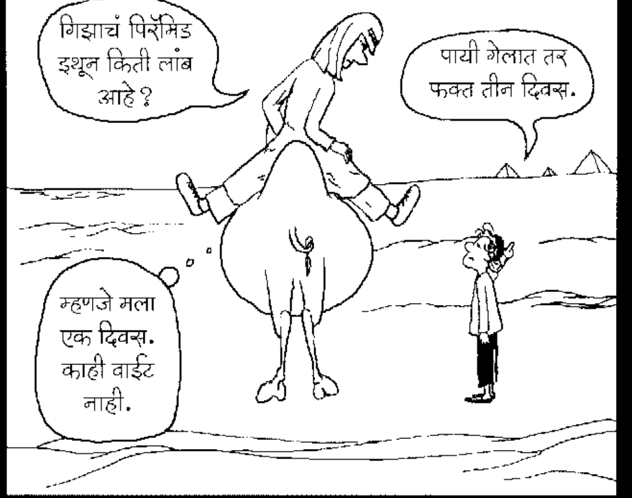
दोन ग्रहांमधील अंतर मोजण्यासाठी ए.यू. खूपच चांगले एकक होते. पण अंतराळातील इतर अंतरांचे काय?



दूरच्या ताऱ्यांची अंतरे मोजण्यासाठी एका नव्या एककाची तातडीने गरज होती.

कोणते असेल बरे ते?

मानव स्वभावतःच भटक्या आहे. अगदी आपल्या भटक्या जीवनशैलीपासून आपण अंतराचे गणित वेळेत मोजायचो.



प्रवासाला लागणाऱ्या वेळात अंतर व्यक्त करायची पद्धत अजूनही चांगलीच प्रचलित आहे.



*या संदर्भात बसने.

खगोलीय अंतरांच्या बाबतीत आपण प्रवासाच्या वेळात बोलू शकू का?



असा जर कोणी असेल, जो विश्वात प्रवास करू शकतो आणि आपल्या परिचयाचाही, तर तो म्हणजे 'प्रकाश'.

प्रकाश भयंकर वेगाने प्रवास करतो. प्रकाश किती वेगाने प्रवास करतो हे शोधण्यासाठी शास्त्रज्ञांनी अनेक प्रयोग केले.



प्रकाश एका वर्षात जेवढे अंतर जाऊ शकतो त्याला एक प्रकाशवर्ष म्हणतात. अंतराळातील अंतरे मोजण्यासाठी हे एकक फारच उपयुक्त ठरले.



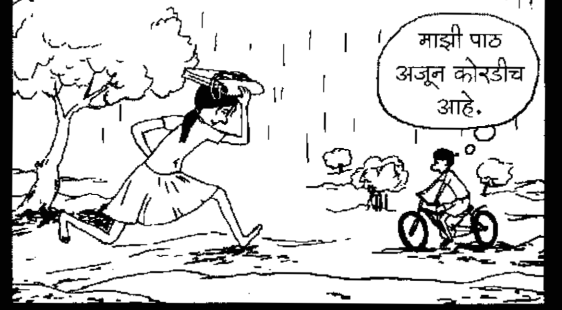
एका सेकंदात प्रकाश पृथ्वीभोवती सात वेळा फिरू शकतो. कल्पना करा एका वर्षात तो किती दूर जाऊ शकेल? साधारणपणे ७,०००,०००,०००,००० कि. मी. किंवा ६०,००० ए.यू.

खगोलशास्त्रज्ञ अवकाशातला पराशय शोधत होते तोवर दुसरी महत्त्वाची प्रगती चालू होती.

१७२८ मध्ये जेम्स ब्रॅडलेने दाखवून दिले की...



तुमच्या कधी लक्षात आले आहे का? पाऊस जरी सरळ पडत असला तरी, तुम्ही पळत जात असाल तर पाऊस तिरका पडतोय असे वाटते.



पूर्वीच्या निरीक्षणांच्या नोंदींचा काळजीपूर्वक अभ्यास केल्यावर लक्षात आले की अवकाशातल्या ग्रहगोलांच्या जागेत खरेच सूक्ष्म फरक होतो. ज्यामुळे पृथ्वीचा सूर्याभोवती फिरण्याचा संकेत मिळतो.



१७४८ मध्ये चुकीचा आणखी एक उगम सापडला.



थांबण्याचा फायदाच झाला. फ्रेडरिक बीसेल या जर्मन खगोलतज्ज्ञाने १८३८ मध्ये अंतराळातील पराशय शोधला.



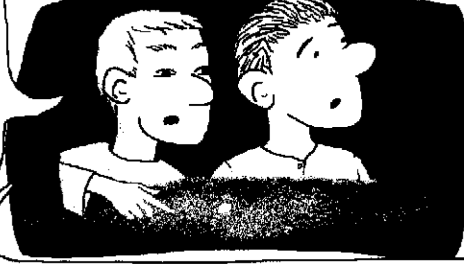
दुर्बिणीच्या आधुनिकीकरणाशिवाय हा अंतराळातला पराशय बीसेलच्या नजरेत आलाच नसता. आणि अर्थातच त्याच्या नशिबाने नेमका असा तारा त्याच्या निरीक्षणात आला ज्याच्यात पराशय सापडणे सहज शक्य होते.

आणि मग काय, खगोलशास्त्रज्ञांची टोळीच ताऱ्यांचा पराशय शोधायला आणि मोजायला लागली.



जवळचे तारेसुद्धा सूर्यमालेच्या आकाराच्या हजारोपट लांब आहेत.

गॅलिलिओच्या दुर्बिणीमुळे मुख्यतः हे लक्षात आले, की नुसत्या डोळ्यांनी दिसतात त्यापेक्षा खूप जास्त तारे या आकाशात आहेत. १७००च्या मध्यात विल्यम हर्षेल या हौशी खगोलतज्ज्ञाने तारे आकाशात कसे विखुरलेले आहेत याचा अभ्यास केला. त्याचे निष्कर्ष फारच मनोरंजक होते.



आकाशगंगेचे ग्रीक नाव गॅलक्सी (दीर्घिका) हे रूढ झाले.

हर्षेलला आकाशगंगा किती मोठी आहे याची काहीच कल्पना नव्हती. सूर्यमाला आकाशगंगेच्या मध्यात आहे अशी त्याची चुकीची समजूत झाली होती. पण महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे हर्षेलने आजपर्यंत ज्ञात असलेल्या विश्वाच्या विस्तृत रचनेची कल्पना दिली होती.

आकाशगंगा ही अब्जावधी ताऱ्यांनी भरलेली व तबकडीवजा असून सूर्य हा त्यातील एक तारा आहे, हे विश्वाचे चित्र पुढील १५० वर्षे कायम होते.

१९व्या शतकात बीसेलला ताऱ्यांचा पराशय शोधण्यात यश मिळाले, तेव्हा पुन्हा एकदा विश्वाच्या आकाराचा प्रश्न ऐरणीवर आला.



हे अनुमान अगदीच ओबडधोबड होते. पण त्यामुळे विश्वाला मूर्त असा आकार प्राप्त झाला.



या उलट आधीचा अनुमानांचा काटा कमीकडेच झुकत होता.

जास्त शक्तीशाली दुर्बिणी आणि अधिक नवे शोध यांनी आकाशगंगा त्याहून कितीतरी मोठी आहे हे दाखवून दिले.

सध्याच्या अनुमानानुसार आकाशगंगेत २००,०००,०००,००० तारे एका प्रचंड मोठ्या तबकडीच्या आकारात विखुरलेले आहेत. ती १००,००० प्रकाशवर्षे रुंद आणि मधील फुगवटा १०,००० प्रकाशवर्षे जाडीचा आहे.

आणि आपली सूर्यमाला साधारण या तबकडीचा मध्य आणि कड यांच्यामध्ये आहे.

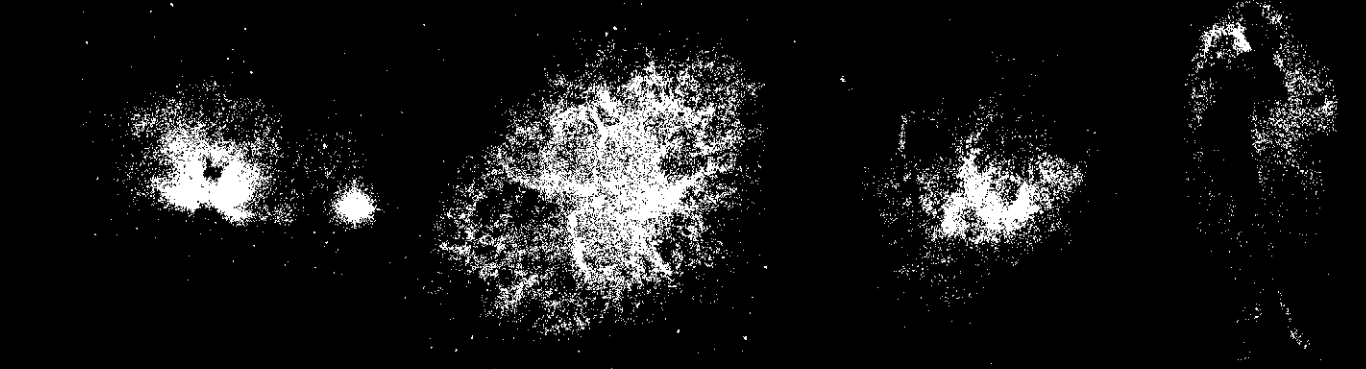
ग्रह, चंद्र, तारे, आकाशगंगा या शिवाय रात्रीच्या आकाशात काही धुक्यासारखे ठिपके दिसायचे त्यांना अभ्रिका (नेब्युला) म्हणत. (लॅटीनमध्ये नेब्युला म्हणजे ढग.)



दूरदर्शकांमुळेच (टेलिस्कोपमुळे) अभ्रिकांबद्दल अनेक गोष्टी समजल्या.



उत्तम दूरदर्शकातूनसुद्धा या अभ्रिका धुरकट पुंजक्यांप्रमाणेच दिसत असत.



या अशा आहेत अत्याधुनिक दुर्बिणीतून दिसणाऱ्या काही अभ्रिका.

अभ्रिका ह्या नक्की काय होत्या? हा धुक्यासारखा वायू ताऱ्यांमध्ये काय करत होता? अभ्रिकेमुळे अनेक प्रश्न उभे राहिले. आणि अनेक सिद्धांत पुढे आले.

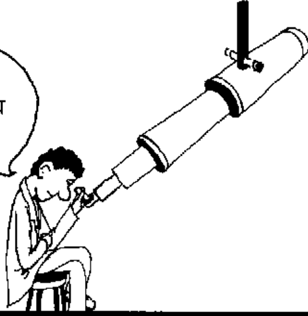


अभ्रिकांच्या आकारात, मापात, तेजस्वितेत खूप विविधता होती. पण या अंतराळातील ढगांमधून येणाऱ्या प्रकाशात आणि ताऱ्यांच्या प्रकाशात खूपच फरक होता.

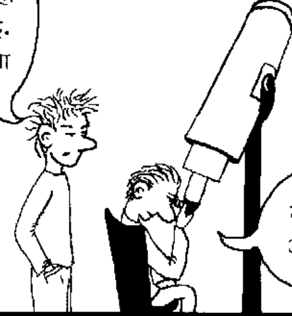
पण याला एकच अपवाद होता.



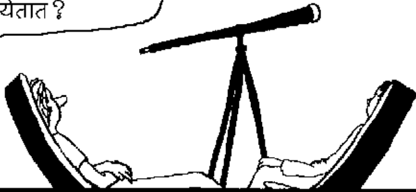
देवयानी तारकासमूहात दिसणाऱ्या अभ्रिकेला 'देवयानी अभ्रिका' असे नाव पडले.



पण तो चिमुकला ठिपका थोड्याच काळात नाहीसा झाला.



त्यापुढील दशकांमध्ये असे अनेक बदलते ठिपके देवयानी अभ्रिकेत प्रत्यक्ष बघितले गेले.



हेबर कर्टिस या अमेरिकन खगोलशास्त्रज्ञाने संपूर्ण आकाशात अस्तित्वात असलेल्या अभ्रिकांचा अभ्यास केला आणि निष्कर्ष काढला.



नेहमीप्रमाणे अनेक प्रश्न उभे राहिले आणि अनेक सिद्धांत सुचवले गेले.





१९१७ मध्ये एडवीन हबलने देवयानी अभ्रिका (अँड्रोमिडा नेब्युला) म्हणजे अतिफिक्कट ताऱ्यांचा प्रचंड मोठा पण दाट समूह असे वर्णन केले.



देवयानी अभ्रिका म्हणजे एक स्वतंत्र दीर्घिका आहे हा सिद्धांत बऱ्याच निरीक्षणांना लागू पडत होता.



आपल्या आकाशगंगेसारखी देवयानी अभ्रिका हीपण एक दीर्घिका आहे. याबद्दल मला काही शंकाच नाहीये.

मग आपण आत्तापासून तिला अभ्रिका म्हणायचं थांबवून देवयानी दीर्घिका असंच का म्हणू नये?

अत्याधुनिक साधन आणि पद्धती वापरून शास्त्रज्ञांनी देवयानी अभ्रिका ही आपल्या आकाशगंगेप्रमाणेच पण दुप्पट रुंदीची दीर्घिका आहे हे दाखवून दिले. तेव्हापासून तिला देवयानी दीर्घिका हे नाव पडले.

१९५२ मध्ये अंदाज केला गेला की देवयानी दीर्घिका आपल्यापासून तब्बल २ दशलक्ष प्रकाशवर्षे इतकी दूर आहे.

हे अंतर इतकं मोठं आहे की त्यात २० दीर्घिका तरी सहज बसतील.

हे अतीच होतंय.

या विश्वाच्या पसाऱ्याला काही मर्यादा आहे का नाही?

हे विश्व चक्रावून टाकणारं आहे.

दोन दीर्घिका एकमेकांपासून इतक्या लांब अंतरावर कशा? कदाचित खगोलशास्त्रज्ञांना याबद्दल जास्त माहिती असू शकेल.

तुला खरंच वाटतं आणखी दीर्घिका असतील?

मी खात्रीने सांगते, या विश्वात अशा अनेक गोष्टी दडलेल्या असतील.

थोड्याच दिवसांत अनेक दीर्घिका सापडल्या, याचे लोकांना काहीच आश्चर्य वाटले नाही.

मी काय म्हटलं होतं तुला?

हे वेड्यासारखं आहे. आपली आकाशगंगा म्हणजेच पूर्ण विश्व समजलं जायचं. आणि आता म्हणता की ती म्हणजे या दीर्घिकांच्या गर्दीतली एक आहे.

आता सध्या विश्वाचे चित्र नक्की कसे आहे?

या विश्वात सुमारे १००,०००,०००,००० (शंभर अब्ज) दीर्घिका पुंजक्यांच्या स्वरूपात विखुरलेल्या आहेत.

सर्वसाधारण आकाराच्या दीर्घिकेत १००,०००,०००,००० (शंभर अब्ज) तारे आहेत. आणि ती १००,००० प्रकाशवर्षे लांबीची आहे.

या विश्वाच्या पसाऱ्याचा आकार साधारण २००,०००,०००,००० (दोनशे अब्ज) प्रकाशवर्षे इतका असावा असा अंदाज आहे.

एका पुंजक्यातील अभ्रिकांमध्ये खूप मोठी मोकळी जागा (अंतराळ) असते तसेच एका अभ्रिकेतील ताऱ्यांमध्येही अंतराळ असते. म्हणजेच विश्वात खूप मोकळी जागा आहे. अंतराळ म्हणजे एक खूप मोठी पोकळी आहे.

हो... पण ही जागा खरंच मोकळी नाही कारण या विश्वाचा कोपरा न् कोपरा मंद अशा प्रकाशाने ओतप्रोत भरलेला आहे.

हे वेड्यासारखेच मोठे आहे. हे एवढेच आहे का विश्व म्हणजे?

हो... आत्तापर्यंत तरी एवढेच!

कोणास ठाऊक? एक दिवस आपल्याला नवं काही सापडेल. या 'बहु दीर्घिकात्मक' विश्वाच्याही पलीकडे!

आपले या विश्वातले नक्की स्थान तरी कोणते? या अब्जावधी दीर्घिकांनी बनलेल्या ब्रह्मांडाच्या संदर्भात आपली आकाशगंगा, आपली सूर्यमाला, आपली पृथ्वी नक्की कुठे आहे?

आपल्या नजीकच्या ताऱ्यांनी रात्रीचं आकाश व्यापलेलं आपल्याला दिसतं. मला या सर्व ताऱ्यांपासून लांब दीर्घिकांच्याही पलीकडे जाऊन यथार्थ दृष्टीने हे विश्व पाहायचं आहे.

समजा, आपल्याला विश्वातल्या कोणत्याही ठिकाणी पोचण्याची क्षमता प्राप्त झाली तर आपण पृथ्वीपासून शक्य तितक्या दूर जाऊन पाहिल्यास काय बरे दिसेल? केवळ बारीक बारीक ठिपक्यांची गर्दी. हे तारे आहेत? की दीर्घिका आहेत? नक्की काय आहेत?



नाही. प्रत्येक चिमुकला ठिपका म्हणजे एक दीर्घिकांचा पुंजका आहे. सर्वसाधारण आकाराच्या पुंजक्यात हजारो दीर्घिका असतात. शंभर दशलक्षाहून जास्त पुंजके या अफाट अंतराळात पसरलेले आहेत.

1,000,000,000
light years

चला पृथ्वीला शोधू या. समजा, आपण ज्या बाजूने आलो त्या बाजूने या दृश्यातला एक छोटासा तुकडा घेतला आणि त्या तुकड्याच्या खोलात जाऊन पाहिले तर आपल्याला स्वतंत्र दीर्घिका दिसू लागतील.

खात्रीने या दीर्घिकांमधली एक आपली आकाशगंगा असेल ना?

10,000,000
light years

हो तर. चला आपल्या दीर्घिकेच्या आणखी जवळच्या भागात जाऊ या.

ओ हो! ही तर आपली आकाशगंगाच वाटतीय आणि ती तिकडे दिसतीये ती देवयानी दीर्घिका असावी.

100,000
light years

आता आपल्या सूर्याला शोधू या. आपण परत आकाशगंगेतील सूर्यमालेच्या दिशेने त्या छोट्या भागाकडे जाऊ या.

फार काही स्पष्ट दिसत नाहीये. आणखी जवळ जायला हवं.

1000
light years

आपल्या मुक्कामाच्या दिशेने आणखी एक पाऊल पुढे टाकू. आता तारे स्वतंत्रपणे दिसायला लागलेत बरं का!

पोचलो अखेरीस सूर्याजवळ! याच्या जवळ एक तारा दिसतोय. तो म्हणजे 'प्रॉक्झिमा सेंटॉरी'!

10 light years
600,000 AU

खूप प्रवास झालाय आपला. पण घरी पोचायला अजून खूप प्रवास करावा लागेल.

आणखी जवळ गेलो तर आपल्या नजरेच्या टप्प्यात फक्त एकच तारा येईल, तो म्हणजे सूर्य.

तुला खात्री आहे हाच आपला सूर्य? मला तर त्याच्याभोवती एकही ग्रह फिरताना दिसत नाहीये.



0.1 light years

6,000 AU

सूर्यमालेची रचना दिसायला आपल्याला आणखी आत जावे लागणार.

आता मला काही ठिपके दिसतायत. ते सर्वांत बाहेरचे ग्रह असावेत.



60 AU

आता मात्र आपला ग्रह, ज्याला आपण आपले घर म्हणतो, तो शोधला पाहिजे. चला तर, आता एकदम सूर्यमालेतच उडी घेऊ या.

तो आपला शनी असावा, अन तो पुढचा गुरू, तो चिमुकला मंगळ... आणि ती पहा आपली पृथ्वी!



0.6 AU

100,000,000 km



आपली पृथ्वी सापडली आहे. आता बाकीचा प्रवास क्षुल्लकच आहे.

आता आपण बरंच जवळ आलोय तरी पृथ्वी ठिपक्यापेक्षा काही फार मोठी दिसत नाहीये. कल्पनाच करता येत नाही, आपण अवकाशात तरंगणाऱ्या एवढ्याशा लहान चेंडूवर राहतो!



1,000,000 km

खूपच जवळ आलो आहोत. आता वेळ झाली आहे....

चला, उतरू या आता!



10,000 km



एकेकाळी प्रकाशवर्ष हे एकक म्हणून वापरात होते. त्याचे महत्त्व आता थोडे कमी झाले आहे.

हे असं म्हणतायँत की विश्वाचा विस्तार १०,०००,०००,००० प्रकाशवर्षांपेक्षा जास्त आहे.

$१०^{१०}$ प्रकाशवर्षं म्हणजे $१०^{२६}$ मीटर असंच तुला म्हणायचंय ना?

तरी पण विश्वाचे चित्र रेखाटण्यात प्रकाशवर्ष विशेष भूमिका बजावते.

प्रकाशवर्षांत सांगितलेली अंतरे, प्रकाशाला ते अंतर पार करायला किती वेळ लागतो हे दर्शवतात. देवयानी आपल्यापासून २,०००,००० प्रकाशवर्षे दूर आहे.

म्हणजे मला आज दिसणारी देवयानी दीर्घिका २,०००,००० वर्षांपूर्वी कशी होती ते मी आज पाहतोय का?

बरोबर. हा इतका वेळ प्रकाशाला देवयानीपासून आपल्यापर्यंत पोचायला लागला.

अशी जर ती २,०००,००० वर्षांपूर्वी दिसत असेल तर ती आज कशी दिसत असेल?

बहुतेक फार काही वेगळी नसेल. दीर्घिका काही दशलक्ष वर्षं तरी बदलत नाहीत. पण नक्की कळायला काही मार्ग नाही.

जितके आपण दूरच्या आकाशाचे निरीक्षण करू तितके आपण भूतकाळात आणखी मागे जाऊ.

अवकाशातल्या त्या सर्वांत लांबच्या वस्तू आहेत.

मग त्या सर्वांत पुरातनही असतील.

या सर्वांत दूरच्या वस्तूंना 'क्वेसार' असे म्हणतात. कदाचित ते म्हणजे विश्वातील नवीन जन्माला आलेल्या कमी वयाच्या दीर्घिका असतील. त्या खूपच लांब असल्यामुळे त्यांचा आकार खरेतर आपल्याला कळत नाही.

एक मात्र नक्की, हे क्वेसार दुर्बिणीतून दिसतात त्यापेक्षा प्रत्यक्षात खूपच वेगळे असावेत.

आणि कदाचित ते आता वेगळ्याच जागी असतील, कारण आपण आत्ता जे बघतोय ते म्हणजे एक अब्ज वर्षांपूर्वीचे दृश्य!

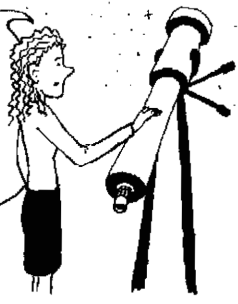
आपल्या सध्याच्या ज्ञानानुसार सर्वांत लांबचे क्वेसार हे विश्वाची सुरुवातीची स्थिती दर्शवतात. त्यांच्याही पलीकडे आपल्याला काहीच दिसत नसेल तर याचा अर्थ, त्या आधी कशाचेच अस्तित्व नसावे.

लक्षात येतंय ना?

ठीक आहे, पण कुणी सांगावं कदाचित कधीतरी....

खगोलशास्त्राने जर काही शिकवले असेल तर ते म्हणजे... कोणतेही सिद्धांत अंतिम नसतात.

४०० वर्षांपूर्वी जेव्हा गॅलिलिओने दूरदर्शकाचा वापर सुरू केला तेव्हापासून तो खगोलशास्त्राचा अविभाज्य भाग बनला आहे.



सर्वांत पहिले दूरदर्शक हे दोन भिंगांचे असत. यांना 'गॅलिलियन टेलिस्कोप' म्हणत.

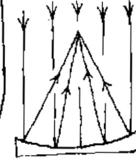


१७०० मध्ये विल्यम हर्षेलने ४० फूट लांबीचा दूरदर्शक तयार केला. त्याच्या पदार्थीय भिंगाचा व्यास ४ फूट होता.

गॅलिलियन टेलिस्कोपमध्ये काही अंगभूत दोष होते.



प्रकाशाच्या स्वरूपाचा सखोल अभ्यास केल्यामुळे न्यूटनने दूरदर्शकात पदार्थीय भिंगाच्या जागी अंतर्गोल आरशाची योजना केली.



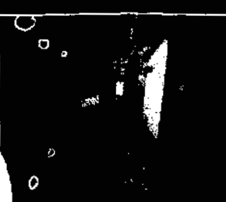
आरशाचा फायदा असा की त्याचा एकच पृष्ठभाग घासावा लागे आणि ते भिंगाच्या तुलनेने खूपच हलके असत. हा परावर्ती दूरदर्शक (ज्याला न्यूटोनियन टेलिस्कोप असेही म्हणतात) अजूनही हौशी खगोल निरीक्षकांच्या आवडीचा आहे.

उत्तम दूरदर्शक तयार करणे हे खगोलतज्ज्ञांच्या पुढे असलेल्या आव्हानांपैकी एक होते. खगोलतज्ज्ञांना धूळ, वातावरणातील बदल यांचा सामना करावा लागे. ज्यामुळे त्यांच्या निरीक्षणाच्या क्षमतेवर मर्यादा येत.



आज बऱ्याचशा वेधशाळा गावाबाहेरच्या डोंगर माथ्यावर आहेत.

हल्ली मात्र ब्रह्मांडाची स्वच्छ चित्रे मिळवण्यासाठी दूरदर्शक अवकाशातच स्थापन केले आहेत.





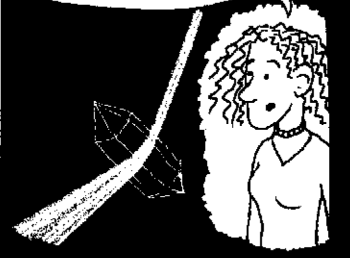
काही दूरदर्शक पृथ्वी प्रदक्षिणा करतात तर काही सूर्यमालेतून प्रवास करतात. प्रसिद्ध हबल टेलिस्कोप आणि व्हॉयेजर यांनी आपल्याला असंख्य माहितीपूर्ण आणि चित्तवेधक अशी चित्रे पाठवली आहेत.

जसजशी दूरदर्शकाची प्रगती होत गेली आणि आकाशाचे खोलातले तपशील उघड होत गेले तसतशी शास्त्रातही मोठी प्रगती होत गेली.



न्यूटनच्या १६६६ मधील शोधाचा खूप खोल अर्थ होता.

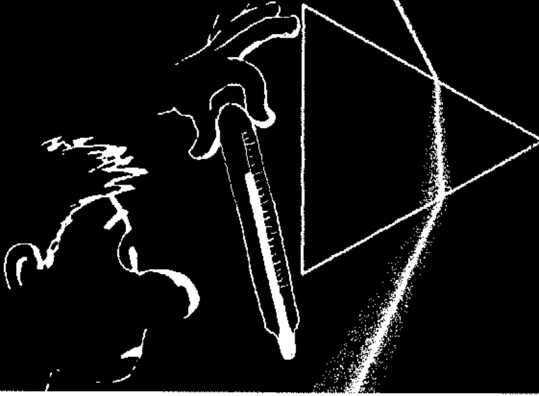
स्फटिकांमधून आरपार जाणारा प्रकाश बाहेर पडताना इंद्रधनुष्याप्रमाणे दिसतो हे पूर्वी माणसांना माहिती होते. पण त्यांना ती स्फटिकांची किमया वाटत असे.



न्यूटनच्या स्पष्टीकरणानंतर मात्र स्फटिकांवरून लोकांचे लक्ष प्रकाशावर केंद्रित झाले

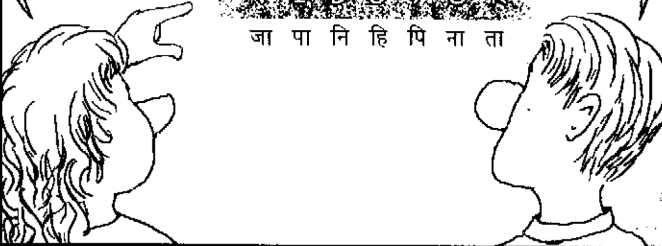
१८व्या शतकात, प्रकाशात इंद्रधनुष्यी रंगांशिवाय बरेच काही असते याचा शोध माणसांना लागला.

शास्त्रज्ञांनी अंधाऱ्या खोलीत अनेक प्रयोग केले.





अदृश्य रंग धरून ह्या सर्व रंगांच्या मांडणीला वर्णपट असे म्हणतात.



आधुनिक सिद्धांतानुसार प्रकाश हा लहरींचा बनलेला आहे. प्रत्येक रंगाच्या प्रकाशाची तरंगलांबी निरनिराळी असते. दृश्य वर्णपटामध्ये (इंद्रधनुष्यी रंग) लाल रंगाची तरंगलांबी सर्वाधिक असते तर जांभळ्या रंगाची कमीतकमी. अतिनील प्रकाशाची तरंगलांबी त्याहूनही कमी असते.

अवरक्त रंगाची तरंगलांबी लाल रंगाच्या तरंगलांबीपेक्षा मोठी असते.

आज आपल्याला माहीत आहे की विश्वातील प्रकाशाचा संपूर्ण वर्णपट अवरक्त आणि अतिनील रंगांच्या कितीतरी पलीकडे वाढत जातो. दृश्यप्रकाश म्हणजे त्याचा एक छोटासा भाग आहे.

सप्तरंगाप्रमाणेच वर्णपटाच्या अदृश्य असलेल्या विविध भागांना नावे दिलेली आहेत. क्ष-किरण, गॅमा किरण, मायक्रोलहरी, रेडिओलहरी इत्यादी.

१८३५ मध्ये ऑगस्ट कॉम्ट हा फ्रेंच तत्त्वज्ञ म्हणाला,



लवकरच त्याचे म्हणणे खोटे ठरले.

१९व्या शतकात एका शोध मालिकेमुळे वर्णपटाचा अभ्यास खगोलशास्त्राच्या गाभ्यात जाऊन पोहोचला.







वेगवेगळ्या स्रोतांमधून येणाऱ्या प्रकाशाचा अभ्यास केला गेला.

वेगवेगळे पदार्थ तापवल्यावर त्यातून वेगवेगळे वर्णपट मिळू लागल्यामुळे शास्त्रज्ञांमध्ये उत्साह संचारला. बऱ्याच अभ्यासानंतर ते प्रकाश उत्सर्जित करणारे पदार्थ फक्त वर्णपट पाहून ओळखू लागले.



या नव्या क्षमतेमुळे खगोलशास्त्रज्ञांना स्फुरण चढले.



लवकरच या उत्साहाचे रूपांतर गाढ विश्वासात झाले.



हेलियम (तरंगणाऱ्या फुग्यात वापरतात) हे मूलद्रव्य सौर वर्णपटातून प्रथम शोधले गेले. मागाहून ते प्रयोगशाळेत वेगळे केले गेले.

ग्रह, तारे, अभ्रिका, दीर्घिका यांचे वर्णपट तपशीलवार अभ्यासले गेले.

तारे, अभ्रिका या कोणत्या पदार्थांनी बनलेल्या आहेत आणि ते पदार्थ जळल्यामुळे प्रकाश कसा निर्माण होतो याबाबत सिद्धांत तयार झाले.

वर्णपटशास्त्रामुळे खगोलशास्त्राचे लक्ष भौमितिक रचनेकडून विश्वातील भौतिक घटनाक्रमांकडे वळले. न्यूटनने अवकाशातले ग्रह कसे फिरतात आणि एकमेकांवर कसा प्रभाव टाकतात हे दाखवून दिले.

वर्णपटशास्त्रामुळे प्रत्येक अवकाशस्थ वस्तूंमध्ये चालणाऱ्या घडामोडींचा अभ्यास शक्य झाला.

आज खगोलशास्त्र भौतिकशास्त्राचीच एक शाखा म्हणून गणले जाते.

आधुनिक दुर्बिणी आपल्या प्रकाशाच्या सखोल ज्ञानावर आधारलेल्या असतात.

अंतराळातून मोठ्या प्रमाणावर विद्युतचुंबकीय प्रारण येत असते, त्यातला अत्यंत छोटा हिस्सा दृश्यप्रकाशाचा असतो.

मग या अदृश्य भागाचे एवढे काय महत्त्व?

वा! तो डोळ्यांना दिसत नसेल पण तरीही तो अस्तित्वात असतोच. तू कधी तुझ्या हाडांचा क्ष-किरणांनी फोटो काढला नाहीस वाटतं?

अदृश्य प्रकाशाचे छायाचित्र फिल्मवर घेता येते. आधुनिक इलेक्ट्रॉनिक्सच्या साहाय्याने मानवी डोळ्यांपेक्षा जास्त संवेदनक्षम असलेले कृत्रिम नेत्रपटल तयार केले गेले आहेत.

डिजिटल कॅमेरा हे कृत्रिम नेत्रपटलाचेच एक उदाहरण. हा कृत्रिम नेत्रपटल अदृश्य प्रकाशसुद्धा ग्रहण करू शकतो.

टीव्हीचा रिमोट डिजिटल कॅमेऱ्याच्या दिशेने करा. पहा बरे, तुम्हांला काय दिसत आहे कॅमेऱ्याच्या डिस्प्लेवर?

बहुतेक आधुनिक दुर्बिणी अदृश्य प्रकाश ग्रहण करतात. वर्णपटातल्या ज्या भागाचे चित्रण त्या करू शकतात त्याचे नाव त्यांना दिले जाते! अवरक्त दुर्बीण (इन्फ्रारेड टेलिस्कोप), रेडिओ दुर्बीण इ.

ही दुर्बीण आहे याची खात्री आहे का तुला? ही डिश अँटेनासारखी दिसतीये.

हो दिसतीये खरी, पण जर ती छोटी डबी उघडली तर आत विस्तृत नेत्रिका (आयपीस) आणि इलेक्ट्रॉनिक नेत्रपटलसुद्धा दिसेल. ही प्रचंड बशी म्हणजेच त्याचा पदार्थीय आरसा (ऑब्जेक्टीव्ह मिरर) आहे.

दृश्यप्रकाश दुर्बिणींसाठी डोंगरमाथे उत्तम असतात तर रेडिओ दुर्बिणी खोलगट दऱ्यांमध्ये बसवलेल्या असतात. सभोवतालच्या डोंगरांमुळे अनावश्यक कृत्रिम स्रोतांच्या रेडिओ लहरी अडवल्या जातात.

मला ही जागा खूप आवडते, पण माझ्या मोबाईल फोनला इथे संदेश मिळत नाही.

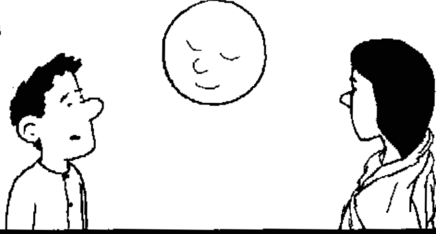
बहुतेक वेळा अनेक रेडिओ दुर्बिणींचे समूह किंवा रांगा (ओळी) एकत्रितपणे आकाशाचे चित्रीकरण करत असतात.

दुर्बिणींचा समूह कशाला हवा? दहा दुर्बिणी दाखवू शकतात ते एक दुर्बीण नाही का दाखवू शकत?

रेडिओ दुर्बिणींची अचूकता, त्या जेवढे जास्त प्रारण ग्रहण करतील तेवढी जास्त असते. म्हणून जास्त डिश.

सर्वांत मोठी एकच डिश दुर्बीण 'अरिसीबो', प्युर्टो रिको येथे बसवलेली आहे. ही डिश म्हणजे ३०५ मीटर रुंद सिमेंटचा वाडगा आहे. त्याची नेत्रिका तारांनी टांगलेली आहे.

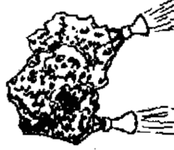
आपण आपल्या विश्वातल्या सर्वांत दूरच्या आणि सर्वांत पुरातन वस्तू पाहिल्या आहेत. असे आपल्याला खात्रीने वाटते, मग आपण शोध घेतला नाही अशी एकतरी वस्तू राहिली आहे का?



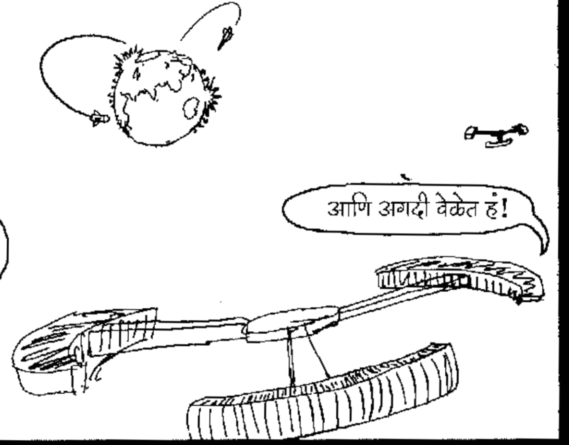
खरोखरच अजून न शोधलेल्या अनंत गोष्टी आहेत. सध्या चालू असलेल्या अवकाश संशोधनाच्या कार्यक्रमात अशा असंख्य विषयांची यादी आहे.



सर्वांत मोठे काम म्हणजे पृथ्वीला विनाशापासून वाचवणे.



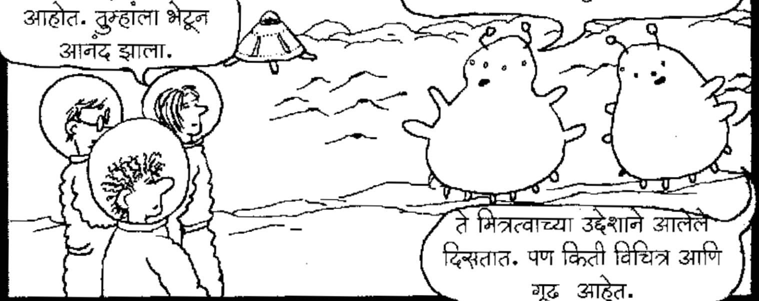
माणसामुळेच पृथ्वीवरील जीवन नष्ट होण्याची शक्यता आहे. काही लोकांना वाटते की अवकाशात नवी वस्ती केली तरच मानव जातीचे अस्तित्व टिकेल.



जीवसृष्टी फक्त पृथ्वीवरच वास करते असे मानणे हे भाबडेपणाचे आणि अहंमन्यतेचे होईल. परग्रहावरच्या जिवांना भेटायला आपल्याला खूप लांबचा प्रवास करावा लागेल.




दूरच्या अवकाशयात्रा, परग्रहावरच्या जिवांचा शोध घेणे आणि विश्वाबद्दल माहिती मिळवणे यातून आपली ज्ञानाची क्षितिजे नक्कीच विस्तारणार आहेत.





कथा खगोलशास्त्राची

खगोलशास्त्राचा रंजक इतिहास

सर्व तारे एका ठरावीक रचनेतच फिरतात का?
आणि ग्रहांचे काय? ते का भटकतात?
पृथ्वी जर गोल आहे, तर ती इतकी सपाट का भासते?
प्रकाशाप्रमाणेच सूर्य गुरुत्वाकर्षणही उत्सर्जित करतो का?
पराशय म्हणजे काय?
आणि त्याचा उपयोग अवकाशातील अंतरे मोजण्यास कसा होतो?

खरेतर, खगोलशास्त्र हा विषय खूपच विस्तृत आहे.
या क्षेत्रातले आपले ज्ञान काही एका रात्रीत मिळवलेले नाही,
तर ते हजारो वर्षांच्या उत्क्रांतीचे फलित आहे.
खगोलशास्त्राच्या इतिहासाचा हा कालावधी
संपूर्ण मानवजातीच्या इतिहासाइतकाच मोठा आहे.

हे पुस्तक म्हणजे खगोलशास्त्राची माहिती देणारी चित्रकथा नव्हे,
तर त्याची उत्क्रांती गोष्टीरूपात सांगण्याचा एक प्रयत्न आहे.

ज्योत्स्ना प्रकाशन
www.jyotsnaprakashan.com





₹ ७५/-